

**MODELO TIPO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA PARA LOS LABORATORIOS DE  
INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA E<sup>3</sup>T**

**JORGE LUIS BAUTISTA CARRASCO  
SERGIO FERNANDO PÉREZ QUITIÁN**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES  
BUCARAMANGA  
2007**

**MODELO TIPO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA PARA LOS LABORATORIOS DE  
INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA E<sup>3</sup>T**

**JORGE LUIS BAUTISTA CARRASCO  
SERGIO FERNANDO PÉREZ QUITIÁN**

**Trabajo de grado para optar al título  
de Ingeniero Electrónico**

**Directores**

**RICARDO LLAMOSIA VILLALBA, PhD.**

**JULIO CESAR CHACÓN VELASCO, MPE.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES  
BUCARAMANGA**

**2007**

## DEDICATORIA

*A Dios ante todo*

*A mi madre Isaura Cecilia, por su constante apoyo.*

*A mi padre Luis Fernando, por su motivación diaria.*

*A mi abuela Carmen Sofía por su ayuda incondicional.*

*A mi novia y hermanos por su comprensión y aliento.*

**Sergio Fernando**

*A mis padres, Jorge y Ligia, por apoyarme en todo momento.*

*A Ana Maria Bautista por ser la inspiración de mi vida.*

*A Manuel Bautista por sus consejos a lo largo de mi carrera.*

*A todos mis amigos por su constante apoyo.*

**Jorge Luis**

## **AGRADECIMIENTOS**

Jorge Luis y Sergio Fernando le agradecemos a los profesores Ricardo Llamosa y Julio César Chacón, directores de este proyecto, por darnos la oportunidad de crecer como personas y como estudiantes.

De igual manera expresamos nuestro agradecimiento a los docentes Gabriel Ordóñez Plata y Francisco Mosquera Robbin, por su constante colaboración y por hacernos ver que la ingeniería también es administrativa. En fin, les agradecemos a todas las personas que hicieron posible de una u otra manera la realización de este trabajo de grado.

## CONTENIDO

<b>CAPÍTULO I</b>	<b>5</b>
<b>1. MARCO CONCEPTUAL GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA</b>	<b>5</b>
<b>1.1 CONCEPTO DE TECNOLOGÍA</b>	<b>5</b>
<b>1.2 DIFERENCIA ENTRE CIENCIA Y TEGNOLOGÍA</b>	<b>7</b>
<b>1.3 COMPONENTES DE LA TECNOLOGÍA</b>	<b>8</b>
<b>1.4 TAXONOMÍAS DE LA TECNOLOGÍA</b>	<b>10</b>
<b>1.5 TIPOS DE TECNOLOGIA</b>	<b>13</b>
<b>1.6 ELEMENTOS DE UN LABORATORIO</b>	<b>14</b>
<b>1.7 DEFINICIÓN DE GESTIÓN TECNOLÓGICA</b>	<b>15</b>
<b>1.8 MODELO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA</b>	<b>17</b>
<b>1.8.1 Diseño de la estrategia tecnológica.</b>	<b>18</b>
<b>1.8.1.1 Inventario tecnológico.</b>	<b>19</b>
<b>1.8.1.2 Vigilancia tecnológica.</b>	<b>20</b>
<b>1.8.1.3 Prospectiva tecnológica.</b>	<b>21</b>
<b>1.8.2 Planificación del desarrollo tecnológico.</b>	<b>22</b>
<b>1.8.3 Adquisición de tecnología.</b>	<b>23</b>
<b>1.8.4 Transferencia tecnológica.</b>	<b>23</b>
<b>1.8.5 Procesos del laboratorio</b>	<b>24</b>
<b>1.8.6 Modelo pedagógico propuesto para la E<sup>3</sup>T.</b>	<b>25</b>
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>26</b>

<b>2. MODELO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA</b>	<b>26</b>
<b>2.1 DISEÑO DE LA ESTRATEGIA TECNOLÓGICA</b>	<b>28</b>
2.1.1 Inventario tecnológico	28
2.1.1.1 Beneficios de realizar el inventario tecnológico:	29
2.1.2 Vigilancia tecnológica	29
2.1.2.1 Beneficios de la vigilancia tecnológica en la E <sup>3</sup> T	30
2.1.2.2 Características de la vigilancia tecnológica	30
2.1.3 Prospectiva tecnológica	32
2. 1.3.1 Objetivos de la prospectiva tecnológica	32
2. 1.3.2 Beneficios de la prospectiva tecnológica	33
2.1.3.3 Métodos utilizados en prospectiva	33
2.1.4 Definición de la estrategia tecnológica	35
2.1.4.1 Métodos para desarrollar la estrategia tecnológica	36
2.1.4.2 Tipos de estrategia tecnológica	37
2.1.4.3 Determinación de la estrategia tecnológica	38
<b>2.2 PLANIFICACIÓN DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO</b>	<b>39</b>
2.2.1 Criterios de evaluación	40
2.2.1.1 Respecto a la pertinencia del proyecto:	41
2.2.1.2 Respecto a los resultados del proyecto:	42
2.2.2 Impactos científicos y tecnológicos del proyecto en los laboratorios de la E <sup>3</sup> T	43
<b>2.3 ADQUISICIÓN DE TECNOLOGÍA</b>	<b>44</b>
2.3.1 Métodos de adquirir tecnología	44

<b>2.3.1.1 Desarrollo de tecnología únicamente con medios propios</b>	<b>44</b>
<b>2.3.1.2 Incorporación de tecnología mediante la compra de equipos o materias primas</b>	<b>45</b>
<b>2.3.1.3 Desarrollo de tecnología mediante un tercero como un centro de investigación o una universidad</b>	<b>46</b>
<b>2.3.1.4 Adquisición de tecnología mediante un tercero quien la ha desarrollado previamente</b>	<b>46</b>
<b>2.3.2 Negociación de tecnología</b>	<b>47</b>
<b>2.3.3 Contrato de tecnología</b>	<b>48</b>
<b>2.3.3.1 Tipos de acuerdo</b>	<b>48</b>
<b>2.3.3.2 Estructura general de contratos</b>	<b>50</b>
<b>2.4 TRANSFERENCIA DE TECNOLÓGICA</b>	<b>50</b>
<b>2.4.1 Difusión de la tecnología</b>	<b>52</b>
<b>2.4.2 Adaptación e innovación</b>	<b>53</b>
<b>2.5 PROCESOS DEL LABORATORIO</b>	<b>53</b>
<b>_Toc161541545</b>	
<b>2.6 MODELO PEDAGÓGICO PROPUESTO PARA LA E<sup>3</sup>T</b>	<b>56</b>
<b>2.6.1 Implementación del modelo pedagógico basado en el aprendizaje significativo</b>	<b>57</b>
<b>2.6.2 Historia del aprendizaje significativo</b>	<b>58</b>
<b>2.6.3 Razones por las cuales se propone implementar el modelo pedagógico basado en el aprendizaje significativo en la E<sup>3</sup>T</b>	<b>59</b>
<b>2.6.4 El rol del docente</b>	<b>60</b>
<b>2.6.5 Concepción constructivista del aprendizaje</b>	<b>60</b>
<b>2.6.6 Principios educativos asociados con una concepción constructivista del aprendizaje y la enseñanza</b>	<b>61</b>
<b>2.6.7 Condiciones que permiten el logro del aprendizaje significativo</b>	<b>62</b>

<b>2.6.8 Esquema de las condiciones para el logro del aprendizaje significativo</b>	<b>63</b>
<b>2.6.9 Fases de aprendizaje significativo</b>	<b>64</b>
<b>2.6.10 Factores que determinan la motivación por aprender y el papel del profesor</b>	<b>66</b>
<b>2.6.11 Aprendizaje cooperativo</b>	<b>67</b>
<b>2.6.11.1 Características del aprendizaje cooperativo</b>	<b>68</b>
<b>2.6.11.2 Componentes del aprendizaje cooperativo</b>	<b>69</b>
<b>2.6.12 Estrategias de enseñanza</b>	<b>72</b>
<b>2.6.12.1 Estrategias para generar conocimientos previos</b>	<b>73</b>
<b>2.6.12.2 Estrategias para el aprendizaje significativo</b>	<b>75</b>
<b>2.6.12.3 Estrategias y técnicas</b>	<b>76</b>
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>78</b>
<b>3. DIAGRAMA DE FLUJO DEL MODELO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA PROPUESTO</b>	<b>78</b>
<b>3.1 FASE 1: ALUMNOS Y SOCIEDAD</b>	<b>80</b>
<b>3.2 FASE 2: MISIÓN Y VISIÓN DE LA INSTITUCIÓN, DE LA FACULTAD Y LA ESCUELA</b>	<b>80</b>
<b>3.2.1 Misión de la Universidad Industrial de Santander</b>	<b>80</b>
<b>3.2.2 Visión de la Universidad Industrial de Santander</b>	<b>81</b>
<b>3.2.3 Misión de la Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas</b>	<b>83</b>
<b>3.2.4 Misión de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones</b>	<b>83</b>
<b>3.2.5 Visión de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones</b>	<b>84</b>

<b>3.3 FASE 3: MISIÓN, VISIÓN Y ESTRATEGIAS DE LA ASIGNATURA DE MEDICIONES ELÉCTRICAS.</b>	<b>85</b>
3.3.1 Misión de la Asignatura de Mediciones Eléctricas	85
3.3.2 Visión de la Asignatura de Mediciones Eléctricas	85
3.3.3 Estrategias de la asignatura de mediciones eléctricas	86
3.3.3.1 Justificación	86
3.3.3.2 Estrategias Pedagógicas	86
3.3.3.3 Objetivo general	88
3.3.3.4 Objetivos pedagógicos	88
3.3.3.5 Objetivos conceptuales	89
3.3.3.6 Temas del curso e intensidad horaria	89
3.3.3.7 Contenido temático y subtemas	90
3.3.3.8 Evaluación de la asignatura	93
<b>3.4 FASE 4: PLAN ESTRATÉGICO DE LA INSTITUCIÓN Y DE LA ESCUELA</b>	<b>94</b>
3.4.1 Plan estratégico de la institución	94
3.4.1.1 Construcción de comunidad	95
3.4.1.2 Fortalecimiento de la responsabilidad social de la universidad	95
3.4.1.3 Institucionalización de la cultura de la investigación	95
3.4.1.4 Desempeño integral de los docentes	96
3.4.1.5 Mejoramiento de la calidad y la pertinencia de los programas académicos	96
3.4.1.6 Estrategias pedagógicas	96
3.4.1.7 Mejoramiento de la eficacia y la eficiencia de las acciones universitarias	97

<b>3.4.1.8 Crecimiento de la universidad</b>	<b>97</b>
<b>3.4.1.9 Estrategias culturales</b>	<b>97</b>
<b>3.4.1.10 Internacionalización</b>	<b>97</b>
<b>3.4.1.11 La relación con los egresados</b>	<b>98</b>
<b>3.4.1.12 La financiación</b>	<b>98</b>
<b>3.4.2 Plan de desarrollo estratégico de la escuela</b>	<b>98</b>
<b>3.4.2.1 Principios organizacionales</b>	<b>99</b>
<b>3.4.2.2 Objetivos de la organización</b>	<b>100</b>
<b>3.4.2.3 Propósitos de formación</b>	<b>101</b>
<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>103</b>
<b>4. PAUTAS PARA EL DISEÑO DE LA ESTRATEGIA TECNOLÓGICA</b>	<b>103</b>
<b>4.1 FASE 5: PAPEL DE LA GESTIÓN TECNOLÓGICA EN LA ASIGNATURA DE MEDICIONES ELÉCTRICAS</b>	<b>104</b>
<b>4.2 INVENTARIO TECNOLÓGICO DEL LABORATORIO DE MEDICIONES ELÉCTRICAS</b>	<b>104</b>
<b>4.3 LA CADENA DE VALOR</b>	<b>107</b>
<b>4.3.1 Procesos primarios</b>	<b>111</b>
<b>4.3.2 Actividades de apoyo</b>	<b>122</b>
<b>4.4 VIGILANCIA TECNOLÓGICA</b>	<b>127</b>
<b>4.4.1 Contexto local:</b>	<b>127</b>
<b>4.4.2 Contexto nacional:</b>	<b>129</b>
<b>4.4.3 Contexto internacional</b>	<b>136</b>
<b>_Toc161541620</b>	
<b>4.5 PROSPECTIVA TECNOLÓGICA</b>	<b>145</b>

<b>4.6 PLANTEAMIENTO DE LOS NIVELES TECNOLÓGICOS DEL LABORATORIO DE MEDICIONES ELÉCTRICAS DE LA E<sup>3</sup>T</b>	<b>151</b>
<b>4.7 DETERMINACIÓN DE LA BRECHA TECNOLÓGICA</b>	<b>169</b>
<b>4.8 FASE 6: AMENAZAS Y OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS</b>	<b>171</b>
<b>4.8.1 Conclusiones de las amenazas y oportunidades del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>183</b>
<b>4.9 FASE 7: FACTORES CRÍTICOS DE DESEMPEÑO DEL EGRESADO EN MEDICIONES ELÉCTRICAS</b>	<b>185</b>
<b>4.9.1 Conclusiones de las debilidades y fortalezas del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>201</b>
<b>CAPÍTULO V</b>	<b>204</b>
<b>5. DISEÑO DE LA ESTRATEGIA TECNOLÓGICA</b>	<b>204</b>
<b>5.1 FASE 8: DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES TECNOLÓGICAS DEL LABORATORIO DE MEDICIONES ELÉCTRICAS</b>	<b>204</b>
<b>5.2 DEFINICIÓN DE NECESIDADES TECNOLÓGICAS A PARTIR DE LAS FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	<b>205</b>
<b>5.2.1 Fuente de información: inventario tecnológico</b>	<b>205</b>
<b>5.2.2 Fuente de información: vigilancia tecnológica</b>	<b>206</b>
<b>5.2.3 Fuente de información: prospectiva tecnológica</b>	<b>207</b>
<b>5.2.4 Fuente de información: niveles tecnológicos de los procesos del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>208</b>
<b>5.2.5 Fuente de información: dupla amenazas – debilidades de la matriz DOFA</b>	<b>211</b>
<b>5.3 DISEÑO DE LA ESTRATEGIA TECNOLÓGICA</b>	<b>212</b>
<b>5.3.1 Dupla oportunidades – fortalezas de la matriz DOFA</b>	<b>213</b>
<b>5.4 PROPUESTA DE PROYECTOS</b>	<b>213</b>
<b>5.5 FASE 9: PROYECTOS TECNOLÓGICOS</b>	<b>216</b>

<b>5.6 PROYECTO 1: ESTRUCTURACIÓN DEL LABMEDEL</b>	<b>216</b>
<b>5.7 PROYECTO 2: AULA VIRTUAL</b>	<b>220</b>
<b>5.8 COTIZACIÓN DE POSIBLE EQUIPO A UTILIZAR EN EL LABMEDEL</b>	<b>223</b>
<b>5.9 FASE 10: CRITERIOS DE SELECCIÓN</b>	<b>229</b>
<b>5.10 FASE 11: FUENTES EXTERNAS Y MECANISMOS DE ADQUISICIÓN:</b>	<b>229</b>
<b>5.11 FASE 12: EJECUCIÓN DE PROYECTOS</b>	<b>229</b>
<b>5.12 FASE 13: IMPLANTACIÓN DE LOS RESULTADOS:</b>	<b>229</b>
<b>5.13 FASE 14: EVALUACIÓN DEL IMPACTO</b>	<b>230</b>
<b>5.14 FASE 15: REALIMENTACIÓN</b>	<b>230</b>
<b>5.15 FASE 16: DISEÑO Y ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL LABORATORIO</b>	<b>230</b>
<b>CAPÍTULO VI</b>	<b>231</b>
<b>6. COCLUSIONES, APORTES Y TRABAJOS FUTUROS</b>	<b>231</b>
<b>6.1 CONCLUSIONES</b>	<b>231</b>
<b>6.2 APORTES</b>	<b>232</b>
<b>6.3 PROYECTOS FUTUROS</b>	<b>233</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>235</b>
<b>ANEXO</b>	<b>238</b>

## LISTA DE TABLAS

	pág.
<b>Tabla 1: Ubicación por departamentos de las universidades que ofrecen Ingeniería Eléctrica en Colombia</b>	<b>130</b>
<b>Tabla 2: Ejemplo de cómo encontrar el valor total ponderado en un subproceso de la cadena de valor</b>	<b>154</b>
<b>Tabla 3: Resultados del ejemplo sobre cómo encontrar el valor total ponderado en un subproceso de la cadena de valor</b>	<b>156</b>
<b>Tabla 4: Proceso académico del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>157</b>
<b>Tabla 5: Proceso administrativo del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>158</b>
<b>Tabla 6: Proceso tecnológico del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>159</b>
<b>Tabla 7: Subproceso de la planeación del laboratorio: Modelar y diseñar estrategias pedagógicas a utilizar</b>	<b>160</b>
<b>Tabla 8: Subproceso de la planeación del laboratorio: Elegir el contenido temático de la asignatura</b>	<b>161</b>
<b>Tabla 9: Subproceso de la planeación del laboratorio: Diseñar guías de laboratorio</b>	<b>162</b>
<b>Tabla 10: Subproceso de la ejecución del laboratorio: Estudiar y comprender la guía de trabajo por parte del alumno</b>	<b>163</b>
<b>Tabla 11: Subproceso de la ejecución del laboratorio: Identificar la tecnología a utilizar</b>	<b>164</b>
<b>Tabla 12: Subproceso de la ejecución del laboratorio: Desarrollar la práctica</b>	<b>165</b>
<b>Tabla 13: Subproceso de la evaluación y conclusiones del laboratorio: Socializar los resultados del laboratorio con los compañeros del curso</b>	<b>166</b>
<b>Tabla 14: Subproceso de la evaluación y conclusiones del laboratorio: Elaborar y presentar el informe</b>	<b>167</b>

<b>Tabla 15: Subproceso de la evaluación y conclusiones del laboratorio: Efectuar la realimentación del laboratorio</b>	<b>168</b>
<b>Tabla 16: Personas encuestadas para realizar la matriz DOFA</b>	<b>172</b>
<b>Tabla 17: Formato de encuesta sobre amenazas tecnológicas del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>173</b>
<b>Tabla 18: Formato de encuesta sobre oportunidades tecnológicas del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>175</b>
<b>Tabla 19: Respuestas de los encuestados respecto a las amenazas tecnológicas del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>176</b>
<b>Tabla 20: Respuestas de los encuestados respecto a las oportunidades tecnológicas del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>179</b>
<b>Tabla 21: Formato de encuesta sobre las debilidades tecnológicas del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>187</b>
<b>Tabla 22: Formato de encuesta sobre las fortalezas tecnológicas del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>189</b>
<b>Tabla 23: Respuestas de los encuestados respecto a las debilidades tecnológicas del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>189</b>
<b>Tabla 24: Respuestas de los encuestados respecto a las fortalezas tecnológicas del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>195</b>
<b>Tabla 25: Brecha tecnológica de los procesos generales del laboratorio</b>	<b>209</b>
<b>Tabla 26: Brecha tecnológica de los subprocesos del laboratorio</b>	<b>210</b>

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
<b>Figura 1: Clasificación de las Tecnologías UPB-ISA. Curso de Formación Avanzada en Gestión de Tecnología. Medellín, Colombia, Octubre de 2000 – Julio de 2001.</b>	<b>12</b>
<b>Figura 2: Gestión Tecnológica Claudia Jiménez. Gestión Tecnológica: Conceptos e Implementación Universidad Nacional de Colombia Bogotá, Abril de 2003.</b>	<b>16</b>
<b>Figura 3. Estructura del Modelo de Gestión Tecnológica Propuesto.</b>	<b>18</b>
<b>Figura 4: Planeación Tecnológica Claudia Jiménez. Gestión Tecnológica: Conceptos e Implementación Universidad Nacional de Colombia Bogotá, Abril de 2003.</b>	<b>23</b>
<b>Figura 5. Estructura del Modelo de Gestión Tecnológica Propuesto.</b>	<b>27</b>
<b>Figura 6: Procesos del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>54</b>
<b>Figura 7: Diagrama de Flujo del modelo de gestión tecnológico propuesto</b>	<b>79</b>
<b>Figura 8: Modelo de Cadena de Valor de Michael Porter, modificada por los autores.</b>	<b>110</b>
<b>Figura 9: Existencia de las asignaturas de mediciones eléctricas en las universidades locales consultadas.</b>	<b>129</b>
<b>Figura 10: Contexto nacional de programas académicos de Ingeniería Eléctrica según la ubicación geográfica de las universidades</b>	<b>131</b>
<b>Figura 11: Existencia de la asignatura de mediciones eléctricas en las universidades nacionales consultadas.</b>	<b>136</b>
<b>Figura 12: Existencia de las asignaturas de mediciones eléctricas en las universidades extranjeras consultadas</b>	<b>145</b>
<b>Figura 13: Componentes de la tecnología en el laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>149</b>

<b>Figura 14: Procesos propuestos por los autores para el laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>152</b>
<b>Figura 15: Representación gráfica del significado de brecha tecnológica</b>	<b>170</b>
<b>Figura 16: Amenaza número 1 del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>176</b>
<b>Figura 17: Amenaza número 2 del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>177</b>
<b>Figura 18: Amenaza número 3 del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>177</b>
<b>Figura 19: Amenaza número 4 del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>178</b>
<b>Figura 20: Amenaza número 5 del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>178</b>
<b>Figura 21: Oportunidad número 1 del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>180</b>
<b>Figura 22: Oportunidad número 2 del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>180</b>
<b>Figura 23: Oportunidad número 3 del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>181</b>
<b>Figura 24: Oportunidad número 4 del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>181</b>
<b>Figura 25: Oportunidad número 5 del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>182</b>
<b>Figura 26: Oportunidad número 6 del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>182</b>
<b>Figura 27: Oportunidad número 7 del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>183</b>
<b>Figura 28: Debilidad número 1 del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>190</b>
<b>Figura 29: Debilidad número 1 del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>190</b>
<b>Figura 30: Debilidad número 2 del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>191</b>
<b>Figura 31: Debilidad número 3 del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>191</b>

<b>Figura 32: Debilidad número 4 del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>192</b>
<b>Figura 33: Debilidad número 5 del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>192</b>
<b>Figura 34: Debilidad número 6 del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>193</b>
<b>Figura 35: Debilidad número 7 del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>193</b>
<b>Figura 36: Debilidad número 8 del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>194</b>
<b>Figura 37: Debilidad número 9 del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>194</b>
<b>Figura 38: Fortaleza número 1 del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>196</b>
<b>Figura 39: Fortaleza número 2 del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>196</b>
<b>Figura 40: Fortaleza número 3 del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>197</b>
<b>Figura 41: Fortaleza número 4 del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>197</b>
<b>Figura 42: Fortaleza número 5 del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>198</b>
<b>Figura 43: Fortaleza número 6 del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>198</b>
<b>Figura 44: Fortaleza número 7 del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>199</b>
<b>Figura 45: Fortaleza número 8 del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>199</b>
<b>Figura 46: Fortaleza número 9 del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>200</b>
<b>Figura 47: Fortaleza número 10 del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>200</b>
<b>Figura 48: Fuentes de determinación de las necesidades tecnológicas del laboratorio de mediciones eléctricas</b>	<b>205</b>
<b>Figura 49: Definición de proyectos para el LABMEDEL</b>	<b>215</b>
<b>Figura 50: Secciones del laboratorio de mediciones eléctricas.</b>	<b>218</b>
<b>Figura 51: Aula virtual propuesta</b>	<b>222</b>

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
<b>ANEXO A. NUEVOS EQUIPOS ADQUIRIDOS PARA EL LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS</b>	<b>239</b>
<b>ANEXO B. ENCUESTA REALIZADA AL DOCENTE ENCARGADO DE LA ASIGNATURA DE MEDICIONES ELÉCTRICAS PARA LA DEFINICIÓN DE LOS PROCESOS PRIMARIOS DE LA CADENA DE VALOR</b>	<b>242</b>
<b>ANEXO C. LABORATORIO DE PATRONAMIENTO DE EQUIPO ELÉCTRICO DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE (COLOMBIA)</b>	<b>247</b>
<b>ANEXO D. INVENTARIO DEL ALMACÉN Y REGLAMENTO DE LOS LABORATORIOS DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY (MÉXICO)</b>	<b>251</b>
<b>ANEXO E. INVENTARIO DE EQUIPOS CON EL QUE CUENTA EL LABORATORIO DE DE ENSAYOS Y MEDICIONES ELÉCTRICAS, LEME, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA (ARGENTINA)</b>	<b>256</b>
<b>ANEXO F. ENCUESTA REALIZADA A DOCENTES DE LA E<sup>3</sup>T REFERENTE A LOS NIVELES DE LOS PROCESOS DEL LABORATORIO DE MEDICIONES ELÉCTRICAS</b>	<b>258</b>
<b>ANEXO G. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	¡Error! Marcador no definido.

## RESUMEN

### TÍTULO

MODELO TIPO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA PARA LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA E<sup>3</sup>T\*

### AUTORES

Jorge Luis Bautista Carrasco  
Sergio Fernando Pérez Quitián\*\*

### PALABRAS CLAVES:

Tecnología, nivel tecnológico, gestión tecnológica, cadena de valor, laboratorio de mediciones eléctricas.

### DESCRIPCIÓN

La gestión tecnológica nace en una organización para contribuir a dar mayor coyuntura a su actividad científica, tecnológica y de formación profesional, en consecuencia, al desarrollo económico y social de su entorno. Es un sistema de conocimientos y prácticas relacionados con los procesos de creación, desarrollo, transferencia y uso de la tecnología.

La importancia de implementar un modelo tipo de gestión tecnológica para los laboratorios de Ingeniería Eléctrica en la E<sup>3</sup>T se fundamenta en la necesidad de integrar el entorno competitivo en el que se vive actualmente. Se pretende articular la docencia aplicada y fortalecer los procesos de investigación en la comunidad universitaria, a fin de desarrollar una mentalidad creativa, abierta y competitiva.

Este trabajo de grado se encarga de la primera fase de un proyecto de implantación del modelo tipo de gestión tecnológica para los laboratorios de Ingeniería Eléctrica de la E<sup>3</sup>T, aplicado al laboratorio de mediciones eléctricas.

Se inicia con el desarrollo del diseño de la estrategia tecnológica y para ello se realiza el inventario tecnológico, vigilancia tecnológica y prospectiva tecnológica, de esta manera, se determinan los procesos de la cadena de valor del laboratorio. El segundo paso es definir los niveles tecnológicos de estos procesos, y así evaluarlos a criterio de personas expertas en el tema. Seguidamente se definen unas necesidades tecnológicas con las cuales se plantean unos proyectos posibles a realizar. El modelo de gestión tecnológica propuesto queda a disposición de la comunidad universitaria para ser implementado en futuros proyectos de mejoramiento en los laboratorios de la E<sup>3</sup>T.

---

\* Proyecto de grado

\*\* Facultad de ciencias Físico-Mecánicas, Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones

Directores: PhD. Ricardo Llamosa Villalba  
MPE. Julio Cesar Chacón Velasco

## ABSTRACT

### TITLE

MODEL TYPE OF TECHNOLOGY MANAGEMENT FOR THE ELECTRICAL ENGINEERING LABORATORIES OF THE E<sup>3</sup>T\*

### AUTHORS

Jorge Luis Bautista Carrasco  
Sergio Fernando Pérez Quitián\*\*

### KEYWORDS

Technology, technological level, technology management, value chain, electrical measurement laboratory.

### DESCRIPTION

The technology management is born in an organization to give greater articulation to its scientific, technological and professional for activity, helping the economical and social development of its environment. It is a system of know ledment and practice related to the process of creation, development, transfer and use of technology.

The need to apply a model type of technology management for the Electrical Engineering laboratories in the E<sup>3</sup>T is based on the necessity to unite the competitive environment in which it is based right now. The purpose is to get together the teachings and strengthen the investigation process in the college community. Looking forward to develop a creative, open and competitive open mind.

This project takes care of the first part of a job of introducing a model type of technology management for the Electrical Engineering laboratories in the E<sup>3</sup>T, applied to the electrical measurement laboratory. It begins with the design of the technological strategy and for that it is done the technological inventory, technological surveillance, and technological prospective, this way it is determined the process of the laboratory chain of value. The second step it is to define the technological levels of these processes, therefore evaluate with the approbation of wise men on the topic. Next the technological necessities are determined and are established some projects to realize.

The proposed model of technology management is available to the college comunitty to be used on future projects of laboratories in the E<sup>3</sup>T improvement.

---

\* Degree Project.

\*\* Faculty of Physical & Mechanical Sciences. School of Electrical Engineering.

Advisors: PhD. Ricardo Llamosa Villalba

MPE. Julio Cesar Chacón Velasco

## **GLOSARIO**

<b>AI:</b>	Activos Intangibles
<b>AC</b>	Corriente alterna
<b>ANSI</b>	Instituto Nacional Estadounidense de Estándares
<b>CEM</b>	Centro Español de Metrología
<b>CT:</b>	Transformador de corriente
<b>DC</b>	Corriente directa
<b>ECAES</b>	Exámenes de calidad de la educación superior
<b>ESSA</b>	Electrificadora de Santander S.A. E.S.P
<b>GPIB</b>	Interfaz estándar de propósito general
<b>GRALTA</b>	Grupo de investigación en alta tensión de la Universidad del Valle
<b>ICFES</b>	Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior
<b>ICP</b>	Instituto Colombiano del Petróleo
<b>IEC</b>	Comisión Electrotécnica Internacional
<b>IEEE:</b>	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
<b>ISO-9000:</b>	Norma de la Internacional Standardization Organization para la gestión de calidad en procesos.
<b>I+D:</b>	Investigación y Desarrollo
<b>LEME</b>	Laboratorio de ensayos y mediciones eléctricas de la Universidad Nacional de la Plata (Argentina)
<b>PT:</b>	Transformador de potencia
<b>SENA</b>	Servicio Nacional de Aprendizaje
<b>SIC:</b>	Superintendencia de Industria y Comercio
<b>UMA</b>	Universidad de Málaga (España)
<b>UPM</b>	Universidad Politécnica de Madrid (España)

## INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

La gestión tecnológica es un campo multidisciplinario en el que se mezclan conocimientos de ingeniería, ciencia y administración con el fin de planear, desarrollar e implantar soluciones tecnológicas que contribuyan al logro de objetivos estratégicos y tácticos de una organización.

La tecnología evoluciona a diario y las universidades del mundo no son extrañas a ello, es por esto que la Universidad Industrial de Santander a través de este proyecto de grado quiere enfocar los laboratorios de Ingeniería Eléctrica de la E<sup>3</sup>T hacia un mejoramiento tecnológico, mediante la realización de un modelo tipo de gestión tecnológica, donde se actualice el estado del laboratorio en un proceso basado en el aprendizaje significativo.

El éxito de la implementación de proyectos tecnológicos en la Escuela de Ingeniería Eléctrica depende en gran medida del diseño de un adecuado modelo de gestión tecnológica a utilizar. Para esto se debe trabajar en la estrategia tecnológica soportados en las actividades de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar un modelo tipo de gestión tecnológica para la modernización de los laboratorios de ingeniería eléctrica con el fin de incentivar la innovación, la transferencia tecnológica y el modelo pedagógico de la E<sup>3</sup>T.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Especificar el marco conceptual relacionado con la gestión tecnológica para el laboratorio tipo de la escuela de ingeniería eléctrica.
- Proponer un modelo de articulación de los procesos de enseñanza vigentes al de formación para un aprendizaje significativo, en lo que al modelo tipo de laboratorio para Ingeniería Eléctrica se refiere.
- Diseñar un modelo tipo de gestión tecnológica para modernizar los laboratorios de Ingeniería Eléctrica de la E<sup>3</sup>T.
- Validar la primera etapa del modelo tipo de gestión tecnológica propuesto, en el laboratorio de mediciones eléctricas de la E<sup>3</sup>T.

## ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

Este trabajo de grado está dividido en seis capítulos:

En el capítulo 1 se encuentra el marco teórico relacionado con la gestión tecnológica.

En el capítulo 2 se plantea el modelo tipo de gestión tecnológica para los laboratorios de ingeniería eléctrica de la E<sup>3</sup>T.

En el capítulo 3 se encuentra el diagrama de flujo del modelo de gestión tecnológica, así como el desarrollo de las cuatro primeras fases del mismo.

En el capítulo 4 se profundizan las fases cinco, seis y siete del diagrama de flujo las cuales son el soporte para el diseño de la estrategia tecnológica.

En el capítulo 5 se encuentran el resto de fases del diagrama de flujo propuesto, en este capítulo se profundiza en las fases ocho y nueve, en ellas se diseña la estrategia tecnológica.

En el capítulo 6 se presentan las conclusiones, aportes y proyectos futuros.

El trabajo de grado se complementa con 7 anexos:

El anexo 1 se refiere a los equipos adquiridos para el laboratorio de máquinas eléctricas de la E<sup>3</sup>T.

El anexo 2 se refiere a la encuesta realizada al docente de mediciones eléctricas de la E<sup>3</sup>T sobre los procesos de la cadena de valor.

El anexo 3 se refiere al laboratorio de patronamiento eléctrico de la Universidad del Valle.

En el anexo 4 se encuentra el inventario de equipos del laboratorio de mediciones eléctricas de Instituto tecnológico y de estudios superiores de Monterrey (México).

El anexo 5 se dedica al inventario de equipos del laboratorio de mediciones eléctricas de la Universidad de la Plata (Argentina).

El anexo 6 se refiere al formato de encuesta para definir el nivel tecnológico real actual y esperado de los procesos del laboratorio de mediciones eléctricas de la E<sup>3</sup>T.

El anexo 7 se dedica a las referencias bibliográficas.

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO CONCEPTUAL GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA

La Gestión Tecnológica es un modelo que se ha venido implementando cada día en la mayoría de empresas con más frecuencia debido a su gran impacto que tienen sobre ellas en aspectos como los tecnológicos, económicos, sociales con grandes resultados para su beneficio, por tal razón se ha decidido aplicar un modelo tipo de gestión tecnológica para los laboratorios de Ingeniería Eléctrica de la E<sup>3</sup>T para su mejoramiento.

En este capítulo se analizarán todos los conceptos relacionados con la gestión tecnológica desde la definición propiamente de tecnología y gestión hasta una breve descripción del modelo a seguir para su implementación.

#### 1.1 CONCEPTO DE TECNOLOGÍA

Existen diversas definiciones para la palabra tecnología, etimológicamente proviene del griego *Teckne*, el cual desciende o procede de *τεχνολογος*, la cual está dividida en *τεχνη* (**Tecne**), que significa "arte, técnica u oficio" y *λογος* (**Logos**), que significa "tratado o conocimiento". Por otro lado según La Real Academia Española en su Diccionario de la Lengua Española a la palabra tecnología se le adjudican las siguientes definiciones:

- Conjunto de los conocimientos propios de un oficio mecánico o arte industrial o del funcionamiento o proceso de máquinas.
  
- Tratado de los términos técnicos.

- Lenguaje propio de una ciencia o un arte.
- Conjunto de los instrumentos y procedimientos industriales de un determinado sector o producto.

Otras definiciones que se le asignan a la palabra tecnología son las siguientes:

- tecnología es el estudio o ciencia de los oficios [1].
- Un conjunto de conocimientos o saber [2].
- Una finalidad utilitaria, conducente a obtener resultados o saber hacer cosas útiles [2].
- Desde el punto de vista del desarrollo científico se dice que la tecnología es la propiedad para aplicar los conocimientos de la Ciencia en los procesos de producción. La Tecnología sería así el lazo de unión de las ideas científicas y la aplicación práctica de dichas ideas [3].
- estudio de las artes prácticas [4].

Encerrando todas las definiciones anteriores nos lleva a concluir que la tecnología es la aplicación de conocimientos mediante un conjunto de destrezas y habilidades para un buen desempeño de los diferentes dispositivos y equipos con los que cuenta una determinada compañía o empresa, con el fin de producir bienes y servicios a la sociedad para aplicarlos a situaciones o problemas, avalando así su supervivencia y progreso.

Desde el punto de vista pedagógico se puede definir tecnología como el conjunto de medios, conocimientos, procesos e instrumentos bajo una orientación

científica que nos permitiría entender, comprender y manejar las diferentes variables que se podrían presentar en cualquier proceso de enseñanza-aprendizaje, con la intención de tener una mayor eficiencia y eficacia de este, con la finalidad de tener una buena calidad educativa.

## **1.2 DIFERENCIA ENTRE CIENCIA Y TEGNOLOGÍA**

La tecnología nació asociada con la actividad práctica del hombre. Miles de años después, se separaron como ocurrió con la ciencia. Ella es una fuerza poderosa en el desarrollo de la civilización, sobre todo, a partir del momento en que fraguó su vínculo con la ciencia. Ella al igual que el lenguaje, los valores, el comercio y las artes es una parte intrínseca de un sistema cultural, que forma y refleja los valores de un sistema [1].

Durante mucho tiempo se ha tratado de encontrar la diferencia entre ciencia y tecnología pero siempre se tiende a confundir dichos términos por la relación que existe entre ellos, por esto es bueno nombrar sus grandes diferencias para así tratar de alguna forma de ubicarse y entender bien estos conceptos que son muy importantes.

A continuación se presenta un cuadro comparativo donde se encuentran las principales diferencias:

CIENCIA	TECNOLOGÍA
Orientada al conocimiento.	Orientada a las necesidades.
Parte de la búsqueda del conocimiento.	Parte de la utilidad.
Soluciona interrogantes.	Soluciona problemas prácticos.
Inquisidora.	Constructiva.
Nuevo conocimiento como producto del análisis.	Nuevo objeto tecnológico como producto de la síntesis.

Como se puede observar la diferencia es notable, mientras que la ciencia se dedica plenamente a la búsqueda del conocimiento para ser documentada y publicada, en la cual se verifica la validez o veracidad del tema de estudio o investigación bajo unas normas previamente establecidas; la tecnología se encarga de aplicar dicho conocimiento para la solución de problemas, satisfacer necesidades y brindar servicios a la sociedad.

Por otra parte se sabe que para solucionar un problema en la mayoría de casos se identifican muchas soluciones, la cuestión es saber cual es la más adecuada en aplicar, ya que se encuentran involucrados muchos factores, tales como el entorno social y económico en que se vive, los recursos tanto humano como técnicos con que se cuenta, el tiempo disponible para solucionar el problema; para todo esto se debe aplicar lo que se llama *innovación tecnológica*, todo con el fin de brindar buenas soluciones y por consecuencia ser cada día más competentes.

### 1.3 COMPONENTES DE LA TECNOLOGÍA

Toda tecnología está conformada por diferentes componentes los cuales serán nombrados a continuación:

**SOFTWARE:** Existen varias definiciones para este término entre las cuales podemos encontrar:

- La definición de Software según la IEEE en su estándar 729: (la suma total de los programas de cómputo, procedimientos, reglas documentación y datos asociados que forman parte de las operaciones de un sistema de cómputo).
- Se denomina software (también programática, equipamiento lógico o soporte lógico) a todos los componentes intangibles de un ordenador o computadora, es decir, al conjunto de programas y procedimientos necesarios para hacer posible la realización de una tarea específica, en contraposición a los componentes físicos del sistema (hardware) [3].

Según las anteriores definiciones podemos decir que software es el componente no material de la tecnología, está constituido por programas o elementos lógicos como procesadores de texto, sistemas operativos el cual es muy importante ya que por medio de el pueden funcionar los distintos programas de aplicación de diferentes áreas; también hace parte del software la información registrada en libros, revistas, etc., y por elementos y procedimientos o formas de hacer las cosas.

**HARDWARE:** Es el componente físico de una tecnología en el que se incorpora el conocimiento en formas de equipos, dispositivos y otros elementos materiales involucrados en las labores humanas; es decir, el ser humano lo puedo utilizar o manipular directamente o algunos casos mediante la utilización de software específico.

**HUMANWARE:** Es el componente humano de una tecnología, está constituida por las competencias, habilidades y destrezas.

El concepto “HUMANWARE” se utiliza para destacar o resaltar la importancia del “lado Humano” en el proceso de interacción entre el hardware y software, en los principales procesos como reestructuración, reingeniería modernización, e incorporación de nuevas tecnologías y otros servicios requeridos.

**ORGWARE:** Este componente de la tecnología se refiere específicamente a las estructuras y formas organizativas de un sistema tecnológico con la finalidad de integrar al hombre con su competitividad profesional y así de esta forma lograr un funcionamiento óptimo del hardware y software de cualquier sistema, así como la interacción de éste con otros elementos y con otros sistemas de naturaleza diferente.

#### **1.4 TAXONOMÍAS DE LA TECNOLOGÍA**

Existen diversas taxonomías para la tecnología a continuación se citara diferentes formas de clasificarla:

I- Una primera clasificación muy general que se puede hacer de las tecnologías es de acuerdo con el grado de modernidad.

- **Tecnología Primitiva:** Como su nombre lo indica corresponde a tecnologías de las épocas primitivas, esclavistas y feudales. Un ejemplo de esta tecnología son las herramientas de caza y recolección de la época.
- **Tecnología Moderna:** Es la sucesora de la tecnología primitiva es la producida en los últimos decenios. Unos ejemplos de esta tecnología es la primer maquina a vapor hecha en el año de 1705, la primera computadora personal de IBM en el año de 1981.

- **Tecnología Atrasada:** Es aquella que ha sido superada de alguna forma, es decir es antigua en comparación con otra por ejemplo la máquina de escribir eléctrica con relación a la de escribir con memoria; claro esta que las tecnologías actualizadas son mas rentables y productivas pero en algunos casos la atrasada sirve y probablemente sea rentable, es decir no es obsoleta del todo.
- **Tecnología de Punta:** Es aquella que acaba de ser producida, la más actualizada en todo el mundo, lo cual hace que en la mayoría de los casos sea muy eficiente y productiva.

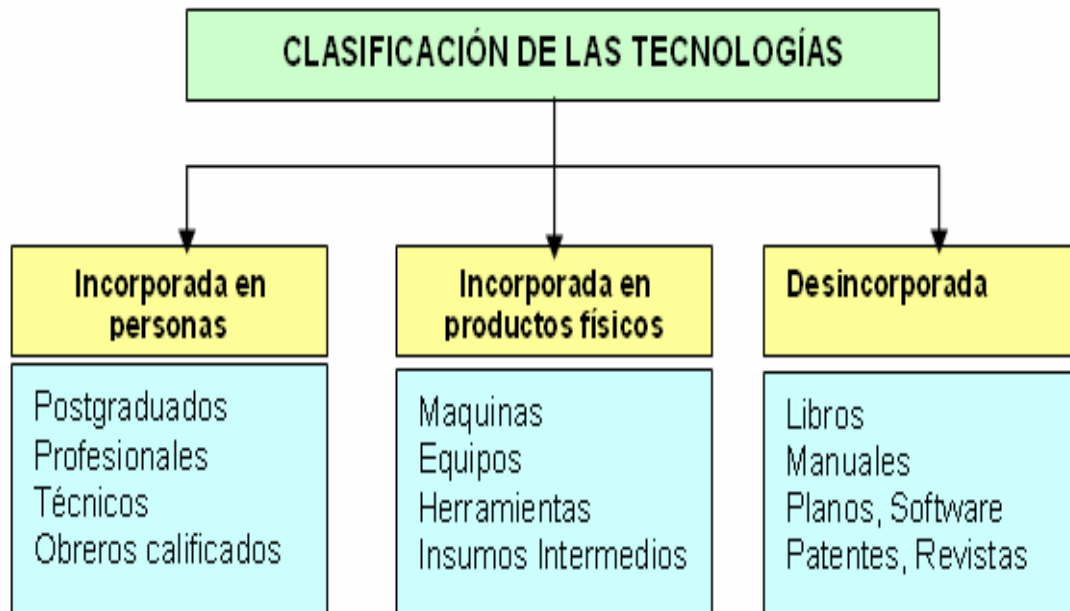
II- Una segunda clasificación que se puede hacer de las tecnologías es desde el punto de vista de su importancia relativa y la forma en la que se encuentra representada.

- **Tecnología Blanda:** Conocimientos aplicados al direccionamiento de la organización, a las formas y metodologías empleadas por la compañía para realizar sus operaciones y a la administración de recursos con el fin de obtener un producto o servicio que colme las expectativas del cliente.
- **Tecnología Dura:** Conocimientos aplicados y relacionados con la práctica productiva a fin de obtener un producto o servicio que satisfaga las expectativas del cliente. Está representada por elementos tangibles como maquinaria, equipos, insumos y productos así como por el **Know how** de producción.

III- Una Tercera clasificación de las tecnologías y muy relacionada con la anterior se puede hacer desde el punto de vista explícitamente a la forma en que están representadas.

- **Tecnología Incorporada:** La que se encuentra haciendo parte de un equipo o máquina, también hace parte de ella el recurso humano mediante sus competencias, habilidades y destrezas adquiridas por su formación académica y su experiencia profesional conseguida a través de los años.
- **Tecnología Desincorporada:** La que se encuentra referida en documentos tales como libros, planos, manuales, revistas, patentes, programas de computo.

En la figura 1 se muestra la clasificación de las tecnologías desde este punto de vista.



**Figura 1: Clasificación de las Tecnologías UPB-ISA. Curso de Formación Avanzada en Gestión de Tecnología. Medellín, Colombia, Octubre de 2000 – Julio de 2001.**

## 1.5 TIPOS DE TECNOLOGIA

Los tipos de tecnologías se clasifican desde el punto de vista de su ventaja competitiva y su utilización en un proyecto.

### I- Tecnologías Tipo Ventaja Competitiva

- **Las Tecnologías Claves:** Como su nombre lo indica son tecnologías claves ya que poseen una elevada importancia en la estrategia competitiva de la empresa por lo cual se constituye en un elemento diferenciador respecto a otras empresas del sector. En nuestro caso son las tecnologías más destacadas e importantes en comparación a otras instituciones de educación superior. Se le conocen también a estas tecnologías como “tecnologías de diferenciación”.
- **Las Tecnologías Básicas:** son aquellas tecnologías que son necesarias para el desarrollo de los productos de la organización pero que no tienen ninguna ventaja competitiva ya que están disponibles entre la mayoría de los competidores de un sector. En nuestro caso son las tecnologías más comunes y utilizadas entre las diferentes instituciones de educación superior para el desarrollo de las diferentes prácticas de laboratorio y proyectos tecnológicos llevados a cabo.
- **Las Tecnologías Emergentes:** son aquellas tecnologías que no se están utilizando ya que se encuentran en una fase de desarrollo, que dependiendo de su impacto tecnológico podrían llegar a constituirse en tecnologías claves. En nuestro caso aplica propiamente a los proyectos que se están llevando a cabo dentro de los laboratorios.

## II- Tecnologías Tipo Utilización en un Proyecto

- **Las Tecnologías Imprescindibles:** son aquellas tecnologías sin las cuales es imposible llevar a cabo la realización de un determinado proyecto o en casos específicos prácticas de laboratorio.
- **Las Tecnologías Convenientes:** son aquellas tecnologías necesarias para que un proyecto o prácticas de laboratorio se realice mejor cuando se dispone de ellas.
- **Las Tecnologías Auxiliares:** son aquellas tecnologías que tienen poca importancia a la hora de realizar un proyecto o prácticas de laboratorio, en algunos casos pueden llegar a ahorrar tiempo y costo pero afectan poco el desarrollo de las actividades.

### 1.6 ELEMENTOS DE UN LABORATORIO

Todo laboratorio está constituido por cinco elementos principales los cuales se presenta a continuación:

- **Recursos Humanos:** Este se encuentra constituido por el docente, laboratorista, alumnos, y demás personas asociadas al mantenimiento del mismo.
- **Prácticas a realizar en el laboratorio:** Son una especie de guía donde se encuentra especificado lo que se llevará a cabo durante el desarrollo del laboratorio y son ejecutadas por el alumno bajo la supervisión del laboratorista y en algunos casos junto con el profesor.

- **Infraestructura Física:** Como su nombre lo indica está compuesta por la estructura física: paredes, muebles, sistema de ventilación, sistema de dotación de agua y luz, etc.
- **Infraestructura Logística:** Aquí se encuentra la tecnología del laboratorio, es decir equipos de cómputo, equipos destinados a la práctica como tal (ejemplo: equipos de medición) y demás elementos relacionados con la tecnología de utilización.
- **Infraestructura Metodológica:** Esta definida por el trabajo en equipo de alto rendimiento, en un ambiente virtual enfocado al trabajo de una red interna, comunicada con los centros de investigación, y laboratorios similares de todo el mundo.

## 1.7 DEFINICIÓN DE GESTIÓN TECNOLÓGICA

Para la definición de gestión tecnológica, es bueno definir cada término o concepto por separado tanto el de gestión como el de tecnología.

El concepto de gestión tiene sinónimos como administrar y gerenciar, los cuales hacen referencia al proceso de planear, organizar, dirigir, evaluar y controlar. Por otra parte se define el concepto de tecnología como la aplicación de conocimientos mediante un conjunto de destrezas y habilidades para un buen desempeño de los diferentes dispositivos y equipos con los que cuenta una determinada compañía o empresa, con el fin de producir bienes y servicios a la sociedad para aplicarlos a situaciones o problemas, avalando así su supervivencia y progreso.

Uniendo los dos conceptos anteriores podemos definir la gestión tecnológica como el manejo de recursos tecnológicos y tecnologías, en un proceso dinámico y evolutivo, con miras a alcanzar los objetivos de una organización; es un sistema de conocimientos transdisciplinarios que determina un dominio de prácticas, pero que también es un proceso multidimensional cuya función es la planeación, organización, dirección, ejecución y control del desarrollo tecnológico en los sistemas nacionales de innovación y en las empresas, como se aprecia en la figura 2. La gestión tecnológica finalmente lo que gestiona es el conocimiento, como recurso y como producto para incorporarlo en los bienes y servicios que ofrecen en el mercado.



**Figura 2: Gestión Tecnológica Claudia Jiménez. Gestión Tecnológica: Conceptos e Implementación Universidad Nacional de Colombia Bogotá, Abril de 2003.**

## 1.8 MODELO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA

Un modelo de gestión tecnológica aplicado a una empresa u organización es un ciclo secuencial de etapas, éstas a su vez, están soportados de actividades específicas requeridas para satisfacer los diferentes objetivos para su desarrollo [6].

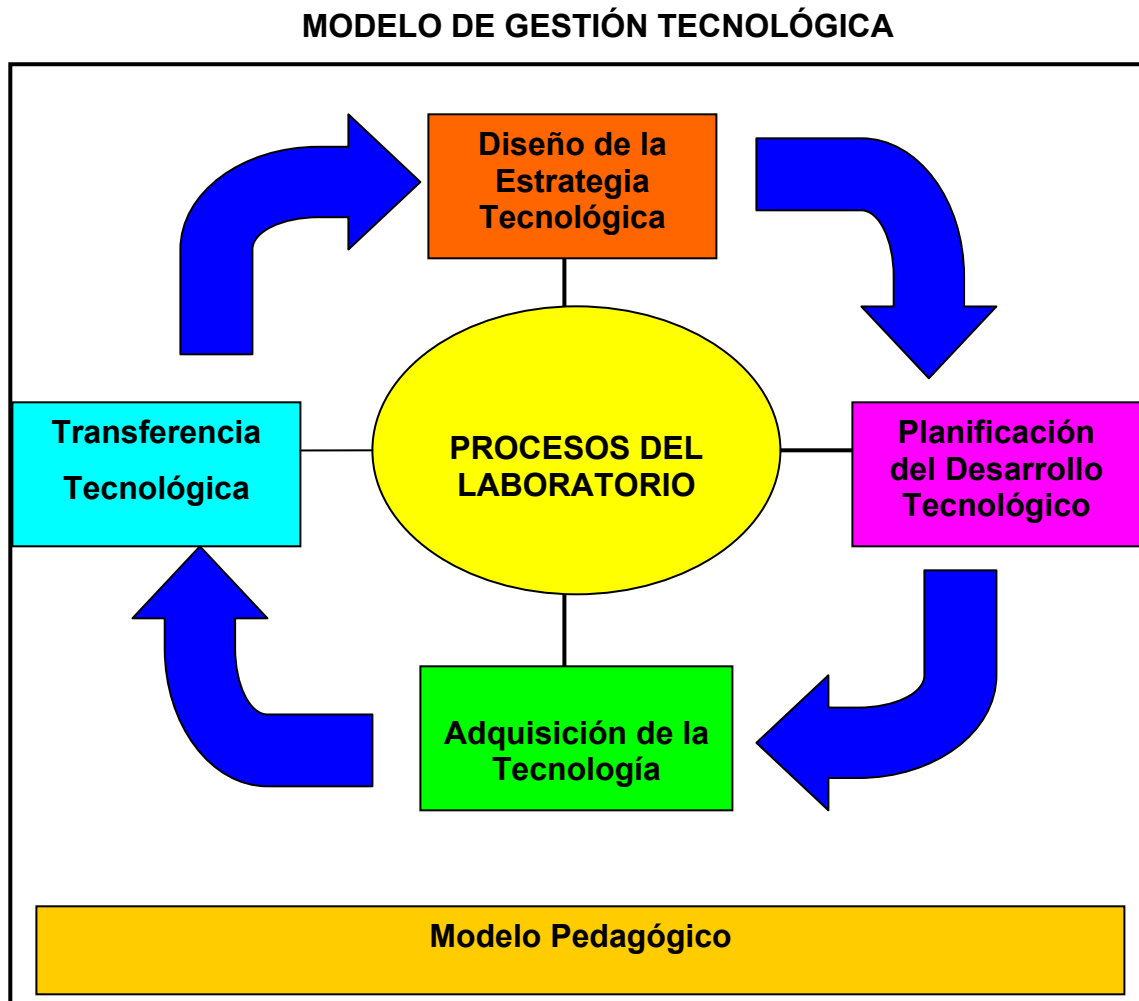
En el caso específico de los laboratorios de Ingeniería Eléctrica de la E<sup>3</sup>T se puede definir gestión tecnológica como el proceso de modernización y adaptación de nuevas tecnologías con el fin de brindarle al estudiante un buen entorno para su proceso de enseñanza-aprendizaje.

Las etapas a seguir en este modelo de gestión tecnológica son las siguientes:

- Diseño de la estrategia tecnológica.
- Planificación del desarrollo tecnológico.
- Adquisición de tecnología.
- Transferencia tecnológica.
- Procesos del laboratorio.
- Modelo Pedagógico propuesto para la E<sup>3</sup>T.

La articulación de dichas etapas conlleva a la aplicación del modelo con fines de mejoramiento tecnológico en una organización y en nuestro caso el de los laboratorios.

En la figura 3 se muestra la interacción y relación que existen en estas etapas.



**Figura 3. Estructura del Modelo de Gestión Tecnológica Propuesto.**

### **1.8.1 Diseño de la estrategia tecnológica.**

Es la primer etapa del modelo de gestión tecnológica en el que se analizan diferentes aspectos como lo son el tipo de tecnología con que se cuenta en la actualidad, el nivel de tecnología al cual nos encontramos en comparación a otras

universidades e instituciones de educación superior y las necesidades tecnológicas a cubrir para mantenernos en un buen nivel tecnológico.

El diseño de la estrategia tecnológica es un proceso que requiere la realización de varias actividades que tendrán como punto final la definición de una estrategia tecnológica alineada con los objetivos del modelo tipo a implementar.

En esta etapa se encuentra las siguientes actividades:

- Inventario Tecnológico.
- Vigilancia tecnológica.
- Prospectiva tecnológica.

#### **1.8.1.1 Inventario tecnológico.**

El inventario tecnológico de una empresa es el registro de insumos, procesos y productos asociados al conocimiento, a las técnicas y a las tecnologías; que permite describir, evaluar y seleccionar las tecnologías utilizadas; y soporta el estudio prospectivo de alternativas óptimas e innovadoras de los procesos de la empresa, brindando soporte a los procesos de toma de decisiones y al control de gestión en la organización [7].

En nuestro caso el inventario tecnológico se le realizará a los laboratorios de ingeniería eléctrica de la E<sup>3</sup>T, con el fin de registrar, clasificar y evaluar los diferentes tipos de tecnología con que se cuenta, según patrones previamente establecidos.

El inventario tecnológico se puede llevar a cabo mediante las siguientes actividades:

- Elaborar fichas técnicas.
- Recolectar la información existente en la organización.
- Organizar y agrupar las tecnologías.
- Almacenar en bases de datos.

#### **1.8.1.2 Vigilancia tecnológica.**

La vigilancia es el esfuerzo sistemático y organizado por la empresa de observación, captación, análisis, difusión precisa y recuperación de información sobre los hechos del entorno económico, tecnológico, social o comercial, relevantes para la misma por poder implicar una oportunidad u amenaza para ésta [8].

Es un sistema organizado de observación y análisis del entorno, de esta manera se efectuará un inventario en el área local, comprendiendo Universidades, Corporaciones, y demás centros de educación superior.

La finalidad de llevar a cabo este inventario es ubicar el nivel tecnológico en el que se encuentra la Ingeniería Eléctrica de la Universidad Industrial de Santander respecto a su entorno local.

La vigilancia tecnológica debe realizarse por muchas razones una de las más importantes es la de orientar la investigación y el desarrollo lo que comúnmente se conoce como **(I+D)**, otra razón es la de encontrar socios tecnológicos.

### **1.8.1.3 Prospectiva tecnológica.**

La Prospectiva Tecnológica es un instrumento de la estratégica tecnológica con la cual podemos prever y visualizar el futuro mediante la utilización de teorías, metodologías y técnicas de análisis.

La Prospectiva Tecnológica podría considerarse también como una forma razonada, y asentada sobre bases lo más sólidas posibles, de tener un cierto conocimiento de cómo y cuál puede ser el futuro.

La Prospectiva Tecnológica realiza una serie de métodos para su estudio prospectivo:

- **Método de la exploración del entorno:** Este método es la tapa inicial de un estudio de Prospectiva y consiste en la identificación de un amplio rango de factores relevantes al tema de interés, y recolección y análisis de datos.
  
- **Métodos basados en la opinión de expertos:** Este método se basa en la opinión de expertos definida por los siguientes parámetros: El objeto sobre el cual se darán las opiniones, el ejecutor del trabajo y los usuarios finales del estudio. La precisión y confiabilidad de un estudio basado en la opinión de expertos aumentan en la medida en que el tema se enfoca con precisión, la complejidad típica disminuye y los principios y teorías al respecto, bien entendidos, son consultados e involucrados [7]. Para la realización de este método se recurrirá a lo que se llaman **Encuestas**

**Delphi** la cual es un cuestionario iterativo en el que el tema se somete como hipótesis de futuro a la opinión de los expertos del campo, esta hipótesis es apoyada por los resultados promedio de la ronda anterior a fin de generar convergencia de opiniones. Para desarrollar esta actividad se recurrirá a docentes y personas conocedoras del tema vinculadas a la escuela de Ingeniería Eléctrica a partir de encuestas y charlas informativas con el ánimo de conocer las necesidades tecnológicas que se requieren para desarrollar el modelo tipo de laboratorio de Ingeniería Eléctrica.

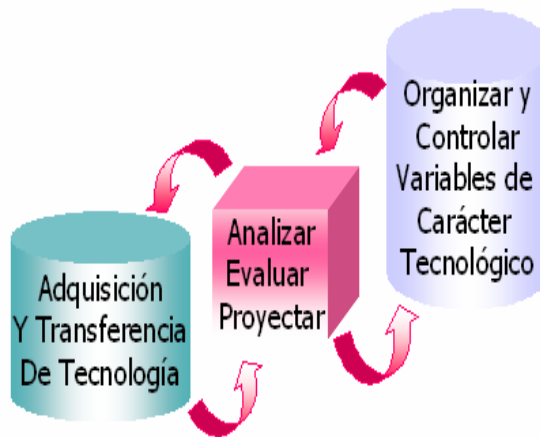
- **Método de Escenarios:** Consiste principalmente en la construcción de un número de visiones internamente consistentes de futuros posibles, combinando la información disponible y las posibilidades de futuro.
- **Árboles de Pertinencia:** Este método se basa en el análisis de técnicas y sistemas, en las cuales se identifica los aspectos tecnológicos requeridos para satisfacer las necesidades futuras identificadas. Muestra todos los posibles caminos a seguir hacia el objetivo.

### **1.8.2 Planificación del desarrollo tecnológico.**

Es la segunda etapa del modelo de gestión tecnológica, en el cual con base en la estrategia tecnológica se elabora un plan tecnológico, que debe emprender el modelo tipo del laboratorio, para alcanzar los objetivos deseados.

En la figura 4 se ilustra los factores que intervienen en la planeación tecnológica

## Planeación Tecnológica



**Figura 4: Planeación Tecnológica Claudia Jiménez. Gestión Tecnológica: Conceptos e Implementación Universidad Nacional de Colombia Bogotá, Abril de 2003.**

### **1.8.3 Adquisición de tecnología.**

Es la tercera etapa del modelo de gestión tecnológica en la cual se realiza la compra y adquisición de la tecnología en nuestro caso solo se realizara la cotización para adquirir equipos con tecnología adecuada para el laboratorio de mediciones eléctricas con el fin de brindarle al estudiante unas buenas herramientas de trabajo.

### **1.8.4 Transferecia tecnológica.**

Es la cuarta etapa del modelo de gestión tecnológica, consiste en la incorporación de la tecnología en el laboratorio tipo a realizar, mediante las actividades de difusión, adaptación e innovación.

En este proyecto de grado se trabajará la transferencia tecnológica sólo como una breve introducción a lo que en un proyecto futuro será la adaptación de la nueva tecnología adquirida al laboratorio tipo.

### **1.8.5 Procesos del laboratorio**

Los procesos de un laboratorio existen en todas las asignaturas que poseen tanto parte teórica como parte práctica. El objetivo de dividir el funcionamiento de un laboratorio en procesos es identificar, analizar y evaluar cada uno de ellos para así detectar de una manera más fácil y adecuada sus debilidades y fortalezas, dicho de otra manera, con la identificación de los procesos se pretende optimizar cada uno de ellos.

Los procesos de un laboratorio los podemos dividir en:

- Procesos Generales.
- Procesos Primarios.

Los procesos generales se dividen en:

- Proceso académico: En él se analizan los diferentes aspectos pedagógicos, en el que interviene el estudiante.
- Proceso administrativo: Su función es la de administrar adecuadamente los recursos del laboratorio para su buen funcionamiento.
- Proceso tecnológico: En este proceso se establecen los niveles correspondientes a la tecnología en general.

Los procesos primarios pueden ser tres, a saber:

- Planeación del laboratorio.
- Ejecución del laboratorio.
- Evaluación y conclusiones del laboratorio.

En la planeación del laboratorio se determina el modelo y estrategia pedagógica a utilizar así como se elige el contenido temático de la asignatura y se diseña las guías de laboratorio de la misma.

La ejecución del laboratorio es un proceso en donde el alumno es el actor principal puesto que es aquí donde se estudia y comprende la guía de trabajo, se identifica la tecnología a utilizar y se desarrolla la práctica como tal.

Por último, en la evaluación y conclusiones del laboratorio es donde se socializa, realimenta y se evalúan los resultados de la práctica.

### **1.8.6 Modelo pedagógico propuesto para la E<sup>3</sup>T.**

Es un tema fundamental, implícito en cada una de las etapas del modelo de gestión tecnológica, consiste en aplicar de manera adecuada un método de enseñanza aprendizaje para el buen aprovechamiento de la tecnología.

El modelo pedagógico aquí descrito es importante en el buen funcionamiento del modelo de gestión tecnológica, ya que nada se saca con tener buenas instalaciones para los laboratorios si no existe un modelo pedagógico que nos permita aprovechar dicha tecnología.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MODELO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA**

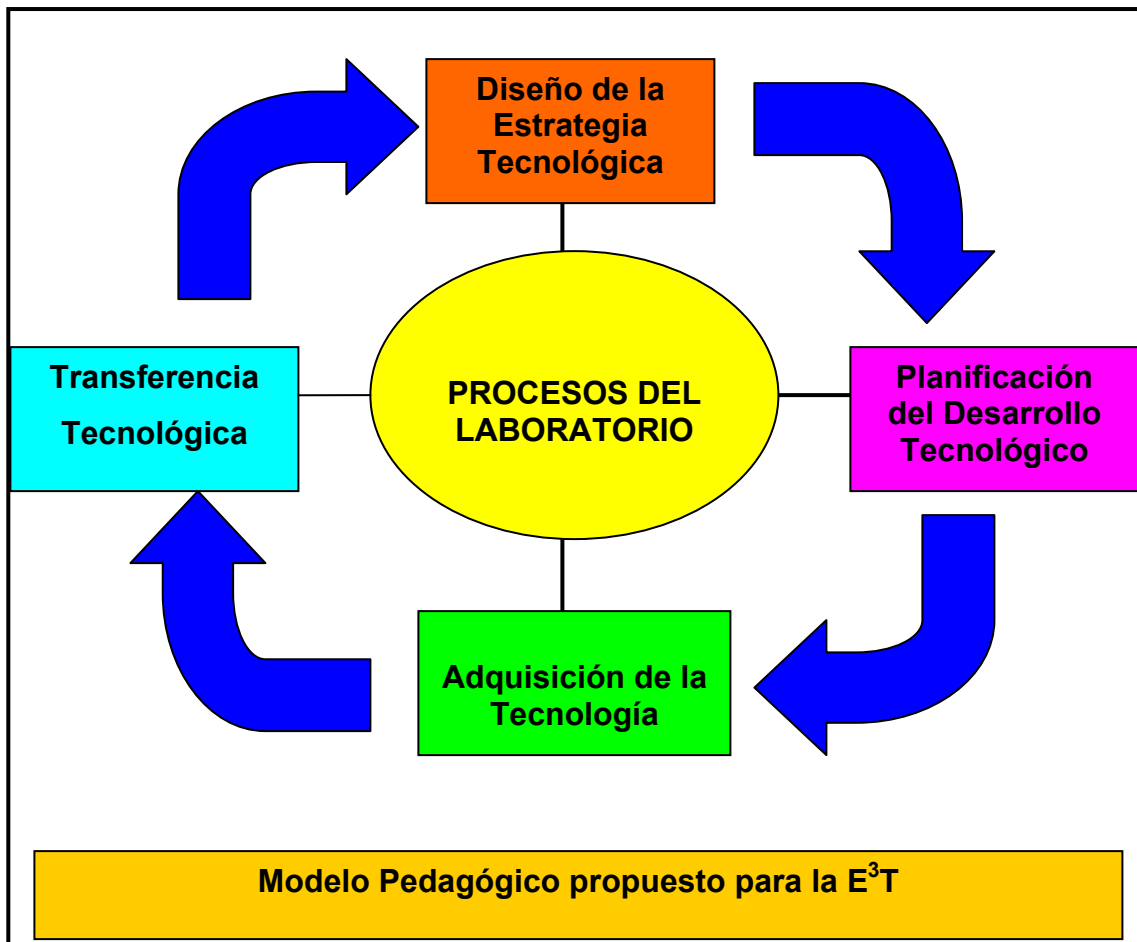
Incorporar un modelo de gestión tecnológica a los laboratorios de Ingeniería Eléctrica es importante para la E<sup>3</sup>T y para la Universidad Industrial de Santander, ya que con este modelo se pretende innovar, generar, adecuar, transferir, asimilar y difundir la tecnología y los procesos tecnológicos resultantes de las actividades de investigación y docencia realizadas por la Escuela de Ingeniería Eléctrica en sus laboratorios.

Cuando se habla de gestión tecnológica se trata casi siempre de adquisición, innovación y adaptación de nuevas tecnologías, ya sea para una empresa, organización o como en este caso para una institución educativa.

En este trabajo de grado se quiere enfatizar que al plantear el modelo tipo de gestión tecnológica para los laboratorios de Ingeniería Eléctrica se le presta total atención a la metodología de enseñanza que se utilice, debido a que es ésta el proceso de asimilación de la nueva tecnología adquirida. De nada vale invertir altas cantidades de dinero en compra de productos tecnológicos si no se soporta con un adecuado modelo pedagógico.

Existen varios modelos de gestión tecnológica aplicables a nuestros objetivos en este proyecto de grado, convergen en que cada uno de ellos está integrado por etapas secuenciales de procesos. En la figura 5 se muestra nuevamente la estructura del modelo tecnológico propuesto, cada etapa esta soportada por una

serie de actividades requeridas para el desarrollo de cada una de las fases de este.



**Figura 5. Estructura del Modelo de Gestión Tecnológica Propuesto.**

A continuación se describe puntualmente cada uno de las etapas que conforman el modelo de gestión tecnológica propuesto:

## **2.1 DISEÑO DE LA ESTRATEGIA TECNOLÓGICA**

Constituye la primera etapa del modelo, en ésta se realizan varias actividades entre las cuales está el inventario tecnológico del laboratorio al que le deseamos aplicar la gestión tecnológica, el sistema de vigilancia y la prospectiva tecnológica.

La meta final de esta etapa, luego de realizar las actividades anteriormente nombradas, es definir una estrategia tecnológica que sea coherente con los objetivos de la E<sup>3</sup>T, en cuanto a la formación del estudiante se refiere.

### **2.1.1 Inventario tecnológico**

Consiste en la realización de un inventario de los recursos tecnológicos del laboratorio, en este inventario se registra los productos y procesos relacionados al conocimiento, a las técnicas y a las tecnologías existentes, agregado a ello, se puede separar los elementos del laboratorio dependiendo de su tecnología.

Este inventario muestra el nivel tecnológico en el que se encuentra el laboratorio respecto a otros laboratorios correspondientes de otras instituciones educativas a nivel nacional y extranjero, de igual manera se puede observar las oportunidades de mejoramiento que se tiene con la tecnología existente, con el fin de darle el máximo aprovechamiento en los procesos del laboratorio.

Como se mencionó en el primer capítulo, el inventario tecnológico se puede realizar organizando y agrupando las tecnologías, elaborando fichas técnicas y almacenando la información en una base de datos.

### **2.1.1.1 Beneficios de realizar el inventario tecnológico:**

- Identificar la tecnología con que cuenta el laboratorio, registrando y clasificando las tecnologías según sus componentes, taxonomía y si son incorporadas o desincorporadas.
- Establecer cuales de las tecnologías existentes se han adquirido en entidades comerciales y cuales se han desarrollado dentro de la universidad o en la E<sup>3</sup>T.
- Clasificar el tipo de tecnología dependiendo su utilización en clave (muy utilizada), básica (normalmente) o emergente (casi nunca utilizada).
- Clasificar cada tecnología de acuerdo con el grado de modernidad en tecnologías primitiva, moderna, atrasada y de punta.

### **2.1.2 Vigilancia tecnológica**

La vigilancia tecnológica es la forma organizada, selectiva y permanente, de captar información del exterior (en nuestro caso, universidades locales y extranjeras), analizarla, y convertirla en conocimiento para tomar decisiones con menor riesgo y poder anticiparse a los cambios.

La vigilancia es una herramienta de gestión que le ayuda a la E<sup>3</sup>T a minimizar los riesgos en la toma de decisiones, detectar oportunidades y analizar de forma permanente los cambios ocurridos en otras universidades del entorno local.

### **2.1.2.1 Beneficios de la vigilancia tecnológica en la E<sup>3</sup>T**

El proceso de implementar la gestión tecnológica en los laboratorios de la E<sup>3</sup>T requiere vigilar la totalidad de los cambios que puedan afectar su normal funcionamiento, además la vigilancia se debe realizar independientemente de los recursos económicos con que cuente la escuela de ingeniería eléctrica, electrónica y de telecomunicaciones de la universidad industrial de Santander.

Son innumerables los beneficios que se logran al aplicar la vigilancia tecnológica, entre ellos están el detectar las oportunidades antes que la competencia (es decir, otras instituciones de educación superior), conocer el estado del arte aplicativo a los laboratorios existentes en la E<sup>3</sup>T, orientar la Investigación y el Desarrollo (I + D), encontrar socios tecnológicos, tener una visión de cambio permanente a favor de la modernización de tecnología utilizada en la escuela, etc.

### **2.1.2.2 Características de la vigilancia tecnológica**

Existen varios métodos de realizar la vigilancia tecnológica, como por ejemplo, ferias tecnológicas, revistas técnicas, proveedores de equipos y maquinarias, asociados profesionales, consultas vía Internet y otras.

En toda organización ya sea empresarial o educativa es necesaria una correcta administración y optimización de sus recursos, por ello, es fundamental que la función de vigilancia tecnológica en la organización se deba focalizar, sistematizar y estructurar en forma adecuada [7]:

**a).** La vigilancia debe ser focalizada en determinados aspectos que la E<sup>3</sup>T estime convenientes, esto por razones de tiempo y costo. Ninguna organización debe dedicarse a vigilar todos los aspectos que subyacen de si misma.

**b).** Se debe sistematizar la vigilancia mediante un método que permita: el seguimiento regular, garantizar la calidad de la vigilancia, homogeneidad de la misma y por último definir y delimitar correctamente la función de esta.

**c).** La vigilancia debe estructurarse a partir de una organización interna descentralizada, esta organización será la encargada de crear y organizar redes físicas y virtuales y a la vez tomar decisiones en varios niveles.

Por otra parte la E<sup>3</sup>T debe elegir los temas a vigilar, clasificar y utilizar la información para conseguir los resultados deseados. Existe una categorización de los enfoques, a continuación se muestran los utilizables en la vigilancia para este proyecto, a saber:

**a).** Tecnológicos:

- Avances científicos y técnicos, producto de la investigación básica y aplicada.
- Productos y servicios.
- Procesos de fabricación de equipos.
- Tecnologías y los sistemas de información.

**b).** Entorno:

- Legislación y normatividad de modelos respecto a laboratorios de Ingeniería.
- El medioambiente y la evolución de su cuidado.

- Publicaciones científicas y patentes.

Distribución de la vigilancia en una organización educativa o industrial: Las funciones básicas propias a un sistema de vigilancia se describen de la siguiente manera:

- Observar: Búsqueda, captura y difusión de la información.
- Analizar: Tratamiento, análisis y validación de la información.
- Utilizar: Aprovechamiento de la información.

A partir de esta estructura, conformada por tres niveles de vigilancia tecnológica, la información es obtenida del entorno local y el exterior, posteriormente transformada en información de valor agregado y después en conocimiento, para luego en la última etapa asimilarla y utilizarla a beneficio de la organización (en nuestro caso, la E<sup>3</sup>T).

### **2.1.3 Prospectiva tecnológica**

Autores expertos en el tema de la prospectiva tecnológica coinciden en definirla como el conjunto de análisis y estudios realizados con el fin de predecir y visualizar el futuro a partir de determinados métodos y herramientas que permitan la adquisición de unos ciertos objetivos industriales o comerciales [9].

#### **2. 1.3.1 Objetivos de la prospectiva tecnológica**

El análisis y estudio de predecir el futuro buscan los objetivos de:

- Informar la ocurrencia de un suceso futuro.
- Guiar los procesos presentes en busca de futuros deseables.
- Precisar y analizar opciones futuras, respecto a la manera como se debería actuar dependiendo el evento a ocurrir.
- Prepararse de la mejor manera ante eventos futuros que pongan en riesgo la estabilidad o el normal funcionamiento de los laboratorios de la E<sup>3</sup>T.

### **2. 1.3.2 Beneficios de la prospectiva tecnológica**

El desarrollo de la prospectiva tecnológica en la E<sup>3</sup>T tiene varios beneficios, el prever el futuro en cuanto a cambios tecnológicos, logísticos, metodológicos y pedagógicos es de vital importancia.

De esta manera se tiene una ventaja puesto que se dispone de tiempo para realizar los ajustes pertinentes ante un cambio drástico en cuanto a la manera como se estructurará un laboratorio en el futuro se refiere.

### **2.1.3.3 Métodos utilizados en prospectiva**

Hoy en día existen gran cantidad de métodos de estudio de la prospectiva tecnológica, el escoger el método adecuado depende de los recursos humanos con que se cuenta en la E<sup>3</sup>T para poder llevar a cabo dicho estudio. Añadido a lo anterior es de la misma manera importante a la hora de escoger un método de estudio el tema a estudiar, ya que existen diversos temas relacionados con los laboratorios de la E<sup>3</sup>T.

Los métodos utilizados para realizar el estudio del futuro son los siguientes:

**Métodos basados en la opinión de expertos:** Como su nombre lo indica se basa en la opinión de expertos, la eficiencia de este método depende de la precisión del enfoque del tema a tratar.

Existen otros métodos basados en la opinión de expertos:

- **Dictamen de expertos:** Se fundamenta en elegir personas con un alto grado de conocimiento acerca de algunos temas particulares. Este proceso se puede llevar a cabo de forma individual o grupal.
- **Visualización de intenciones y actitudes:** Este método se realiza con el objetivo de clarificar las opiniones de expertos dentro de una población específica, con respecto a sus prelaiones o proyecciones de comportamiento futuro.
- **Panel delphi:** Este método es similar al de dictamen de expertos, varía en que los expertos consultados no se conocen entre sí, esto con el fin de disminuir las influencias que puedan existir entre dichos especialistas. Con este método se puede utilizar el uso de correo electrónico para la recopilación de información por parte de los expertos partiendo del anonimato. En la E<sup>3</sup>T debido a la ubicación distante de varios asociados y conocedores de los laboratorios, se recomienda utilizar este método.

**Métodos de escenarios:** Se utiliza cuando es necesario mostrar la importancia presente y futura de aspectos sociales, políticos, económicos y del estado en general. Los escenarios se clasifican en exploratorios y normativos o también llamados de anticipación.

Para una correcta construcción de escenarios se debe tener en cuenta cuatro aspectos:

**a).** La pertinencia la cual radica en plantear preguntas oportunas y formular las hipótesis claves.

**b).** La coherencia que revela el grado de unión y armonía.

**c).** La verosimilitud que tiene en cuenta las probabilidades de ocurrencia.

**d).** La transparencia que indica con exactitud las preguntas elaboradas correctamente.

**Método de futuros alternativos:** Consiste en manifestar la recomendación de que un evento ocurra, mas no en su predicción. Casi siempre se presenta como un conjunto de posibles futuros, que ayudan a establecer un plan de contingencia. Este método es utilizado en eventos de largo plazo.

**Método de árboles de relevancia:** Este método se utiliza cuando se necesita saber si un objetivo es alcanzable y el tiempo a emplear en la obtención del mismo. Está conformado por una lista de ramas estructurales en un organigrama en el que cada una de las ramas constituye una alternativa tecnológica para llegar al objetivo.

#### **2.1.4 Definición de la estrategia tecnológica**

El diseño de la estrategia tecnológica se realiza luego de llevar a cabo cada uno de los ítems anteriores, el éxito de la estrategia tecnológica está en el equilibrio que se tenga entre los recursos de que se disponen en la E<sup>3</sup>T para desarrollarla y

los objetivos que se quieren alcanzar al realizar los cambios en los laboratorios de la escuela de ingeniería eléctrica.

#### **2.1.4.1 Métodos para desarrollar la estrategia tecnológica**

Existen varios métodos que sirven de guía para implementar la estrategia tecnológica en una empresa o institución, podemos destacar algunos como:

**a).** Análisis de debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas (DOFA): Es un método sencillo de examinar los retos primarios a los que se enfrenta la institución, identificando las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas. Lo que se hace en primera instancia es analizar cuales son las amenazas y las oportunidades tecnológicas existentes en el entorno local.

En segundo lugar se observa los puntos fuertes y débiles existentes en la institución relacionada con el capital humano, capacidad tecnológica y demás. Por último se analiza e interpreta la información obtenida de la dupla amenaza-debilidad y oportunidad-fortaleza para de esta manera desarrollar la estrategia a implementar en la institución u organización.

**b).** Modelo de las cinco fuerzas: Consiste en una proyección que representa el impacto de un conjunto de variables externas a la organización y que a la vez complementa la información del análisis DOFA. Las variables a analizar pueden ser: nuevos equipos tecnológicos, nuevas competencias y temas relacionados con tecnología aplicada.

**c).** Modelo de matriz posición tecnológica-atractivo tecnológico: Es un método que ayuda a priorizar opciones estratégicas a través del análisis de dos variables

cualitativas, dichas variables dependen al mismo tiempo de múltiples factores que son necesarios estudiarlos.

La posición tecnológica representa el dominio obtenido por la institución sobre cada tecnología crítica, dentro de los factores que influyen en ella están: inversión realizada en I+D, competencia del equipo humano y el número de patentes.

El atractivo tecnológico incluye diferentes factores representativos de la tecnología en los cuales la institución no puede ejercer ningún control efectivo como son: potencial para la generación de nuevos productos, reducción del costo, mejora de la calidad y el crecimiento del mercado.

#### **2.1.4.2 Tipos de estrategia tecnológica**

Basándose en la opinión de autores expertos en el tema, las estrategias tecnológicas se pueden clasificar en [10].

- Ofensiva: Cuando se pretende que la institución u organización sea líder frente a los competidores en la introducción de nuevos productos o servicios.
- Defensiva: No se quiere asumir riesgo al ser el primero en innovar pero tampoco se quiere ser el último en actuar.
- Imitativa: Se contenta con ir detrás de los líderes. Se adquieren licencias.
- Dependiente: No se trabaja en nada de gestión tecnológica y se adoptan servicios o productos de instituciones externas.

- Oportunista: Esta a la espera de una buena oportunidad y de esta manera introduce nuevos productos.

#### **2.1.4.3 Determinación de la estrategia tecnológica**

En los laboratorios de la E<sup>3</sup>T se puede tener en cuenta los siguientes pasos para poder desarrollar la estrategia tecnológica [7]:

**a). Determinar el potencial tecnológico propio:** A partir del inventario tecnológico del laboratorio al que se le desea aplicar la gestión tecnológica, se identifican las tecnologías claves, básicas y emergentes en todas las actividades del laboratorio, incluyendo información sobre el comportamiento que han presentado.

**b). Realizar diagnóstico interno y externo:** Después de identificadas las tecnologías del laboratorio se realiza el diagnóstico interno y externo, existen diversos procedimientos para llevar a cabo esta labor mediante el uso de métodos de análisis para la estrategias tecnológicas, por ejemplo, análisis DOFA y las demás vistas anteriormente.

Con el diagnóstico interno lo que se pretende es agrupar las tecnologías de acuerdo a su grado de relación y afinidad. Adherido a ello el diagnóstico se afirma en el inventario tecnológico para identificar las tecnologías que se deben desarrollar o adquirir en el laboratorio.

El diagnóstico externo consiste en analizar el ambiente tecnológico del entorno con miras a responder todas las inquietudes respecto a las oportunidades y amenazas tecnológicas. El diagnóstico externo se realiza mediante la vigilancia tecnológica, ejecutada previamente.

**c). Determinar el punto del ciclo de vida de la tecnología:** En este paso se identifica el estado en que se encuentra cada tecnología clave de la organización dentro de su ciclo de vida. Se realiza por expertos y se documenta en la vigilancia tecnológica.

**d). Definir las capacidades tecnológicas de la institución:** Se necesita determinar los recursos que posee y los requeridos para llevar a cabo el desarrollo e implementación de la tecnología en la institución.

**e). Elegir la estrategia tecnológica de institución:** La estrategia tecnológica debe robustecer la ventaja competitiva que la institución (en este caso la E<sup>3</sup>T) está buscando lograr y mantener.

Luego de adoptada la estrategia tecnológica se continúa con el siguiente paso que es realizar la planificación del desarrollo tecnológico.

## **2.2 PLANIFICACIÓN DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO**

En este paso se elabora un plan tecnológico, que debe emprender la institución basados en la estrategia tecnológica adoptada. Dicho plan debe tener en cuenta aspectos tales como evaluaciones de carácter económico, social, científico, tecnológico y ambiental, a continuación se detalla cada estudio a realizar:

- **Estudio Tecnológico:** La evaluación tecnológica es el punto de partida de una serie de valoraciones que debe realizarse a cualquier tecnología para determinar si es viable o no su incorporación en los laboratorios de la E<sup>3</sup>T. Además, se busca con esta evaluación, identificar cualquier tipo de problema en la dupla hombre-tecnología al interior de los laboratorios para

poder predecir y anticiparse a los inconvenientes que se puedan presentar en los procesos de transferencia y asimilación de la tecnología.

- Estudio Social: Este estudio comprende el análisis de aspectos tales como el mejoramiento en la oferta de bienes, generación de empleo (o por el contrario el despido de personal) y organización laboral. Del mismo modo puede representar un cambio en la cultura ya que se está adquiriendo un nuevo modelo de desarrollo para la modernización de los laboratorios.
- Estudio Ambiental: El estudio del impacto ambiental se lleva a cabo en cuanto al grado de explotación de recursos naturales y sus posibles efectos contaminantes.
- Estudio Económico: Con este análisis se trata de determinar los impactos financieros respecto a: costos de operación e inversión, utilidades y tiempos de recuperación de la inversión. En este análisis la E<sup>3</sup>T puede utilizar las herramientas básicas y tradicionales de economía como son el valor presente neto, la tasa de retorno interno, etc.

### **2.2.1 Criterios de evaluación**

Existen ciertos criterios de evaluación que se aplican a proyectos de innovación tecnológica como el que se está realizando en la E<sup>3</sup>T, a continuación se exponen algunos [11]:

Respecto a la calidad del proyecto: Los siguientes son los aspectos relevantes a tener en cuenta.

- Coherencia interna y tratamiento particular de antecedentes, objetivos, metodología, actividades, presupuesto, cronograma y duración.
- Capacidad de investigación, innovación, desarrollo tecnológico y gestión del equipo de personas a cuyo cargo estará la ejecución del proyecto.
- Conocimiento del estado del arte de la investigación, innovación y/o desarrollo tecnológico que se propone desarrollar.

#### **2.2.1.1 Respecto a la pertinencia del proyecto:**

Los aspectos a tener en cuenta son los nombrados a continuación.

- Grado de pertinencia del proyecto con los temas considerados de interés en el contexto de la política nacional de ciencia y tecnología y sus programas nacionales.
- Contribución al fortalecimiento de la competitividad de las empresas o del sector productivo.
- Contribución al fortalecimiento de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación del país.
- Fortalecimiento de las relaciones entre el sector productivo, el sector académico y los centros de desarrollo tecnológico.

### **2.2.1.2 Respecto a los resultados del proyecto:**

Los ítems a tener en cuenta son los siguientes.

- Definición clara de los resultados esperados.
- Carácter original o innovativo de la propuesta, en relación con el aporte al desarrollo de innovaciones de sistemas, productos, procesos y servicios, así como al mejoramiento significativo de los mismos. Este punto debe ser claramente sustentado en la formulación del proyecto.
- Aporte al fortalecimiento de la capacidad nacional de investigación, innovación y desarrollo tecnológico.
- Aporte al fortalecimiento de los servicios científicos y tecnológicos del centro de desarrollo tecnológico, grupo o centro de investigación (información, diseño, normalización, certificación, gestión de calidad, metrología industrial, análisis, ensayos, pruebas y otros).
- Grado de competitividad a nivel nacional e internacional de los productos, procesos o servicios obtenidos como resultados directos o indirectos del proyecto.
- Aporte a la consolidación de un área estratégica, una cadena productiva o un nuevo conocimiento científico y tecnológico.
- Incorporación de procesos o tecnologías de producción limpia.
- Estrategia de divulgación de los desarrollos previstos en el proyecto, con el fin de que los usuarios se apropien de los mismos y que la sociedad reconozca el aporte como organizaciones innovadoras, para promover la competitividad del país.

### **2.2.2 Impactos científicos y tecnológicos del proyecto en los laboratorios de la E<sup>3</sup>T**

El hecho de implementar un proyecto de gestión tecnológica en los laboratorios de ingeniería eléctrica de la Universidad Industrial de Santander implica unos cambios tanto organizacionales como en la parte de recursos humanos. A continuación se enumeran algunos posibles impactos que pueden repercutir en la E<sup>3</sup>T.

- Registro y homologación de patentes.
- Registro y documentación técnica del “Know – How”.
- Desarrollo de capacidades de diseño en la entidad o grupo.
- Consolidación de capacidades para realizar actividades de I+D en la entidad.
- Creación o fortalecimiento de grupos de I+D.
- Dotación de laboratorios de I+D o de calidad y plantas piloto.
- Redes de información y colaboración científico tecnológica.
- Mejoramiento en la oferta de servicios tecnológicos.

Con base en la información suministrada anteriormente se define el plan de desarrollo tecnológico, seguidamente se procede a ejecutar la etapa de adquisición de tecnología.

## **2.3 ADQUISICIÓN DE TECNOLOGÍA**

Es una de las etapas mas importantes ya que es en ésta donde se adquiere o compra la tecnología.

En esta tercera fase del proyecto se debe enfocar la adquisición tecnológica a los objetivos de la E<sup>3</sup>T, con el fin de no comprar equipos que puedan resultar costosos y no se les de la mejor utilidad en los laboratorios de la Universidad.

### **2.3.1 Métodos de adquirir tecnología**

Existen diferentes maneras de obtener tecnología, todos ellos son válidos dependiendo del objetivo para el cual se busca. A continuación se explican algunos de ellos:

#### **2.3.1.1 Desarrollo de tecnología únicamente con medios propios**

Para poder desarrollar tecnología utilizando solamente los medios internos con los que se cuenta en la organización es necesario revisar el perfil profesional del personal calificado que hace parte de la misma. Para alcanzar este propósito toda organización debe previamente haber adquirido y acumulado capacidades tecnológicas a través del conocimiento del recurso humano basado en el aprendizaje y experiencia adquirida en el manejo de la tecnología incorporada en los procesos que ejecuta permanentemente sus labores.

Para desarrollar un proyecto se necesita revisar algunos aspectos importantes como son:

- Soporte financiero para la ejecución del proyecto.
- Recurso humano con alta experiencia en la ejecución de proyectos.
- Disponibilidad de tiempo para el personal ejecutor del proyecto.
- Equipos necesarios para la ejecución del proyecto.
- Instalaciones adecuadas que permita el desarrollo del proyecto.
- Materia prima requeridos en el proyecto.

Desarrollar proyectos de esta manera requiere de una organización óptima al igual que un sentido de pertinencia por parte del personal para poder conseguir los objetivos planteados.

### **2.3.1.2 Incorporación de tecnología mediante la compra de equipos o materias primas**

Es la manera más frecuente de adquirir tecnología hoy en día por parte de empresas y organizaciones, esto debido a que los proveedores ya incorporan las mejoras tecnológicas en los equipos o materias primas que venden. Unos de los problemas que se presentan en este método es que se crea una dependencia tecnológica entre el comprador y proveedor debido a una inadecuada transferencia de tecnología durante el proceso de negociación y contratación por parte de la entidad.

### **2.3.1.3 Desarrollo de tecnología mediante un tercero como un centro de investigación o una universidad**

Se trata de contratar un tercero, dedicado a la academia, para así mediante de el poder adquirir tecnología a la medida necesaria. Empresas interesadas en mejorar procesos o recursos tecnológicos, pero que carece de recursos suficientes de investigación y desarrollo humano recurren a este método para optimizar sus procesos productivos.

Existe un problema con relación a este método, hoy por hoy a nivel latinoamericano el sector empresarial y el sector académico como son universidades y centros de investigación no gozan de un acercamiento que les ayude a aprovechar los beneficios de cada uno. Es por esto que entidades generadoras de conocimiento tratan de unir los lapsos entre estos sectores en vista de que una buena relación tendrá grandes beneficios para el país.

### **2.3.1.4 Adquisición de tecnología mediante un tercero quien la ha desarrollado previamente**

Se trata de conseguir tecnología a través de la transferencia de tecnología. Se utiliza cuando una empresa o entidad necesita de una mejora tecnológica que ya ha sido adecuadamente resuelta por un tercero, lo que se hace la entidad interesada es pedir al titular de la tecnología que se la transfiera a través de una cesión o una licencia (de patente o de "Know - how"). De esta manera le permite utilizar la mejora tecnológica sin incurrir en repeticiones inoficiosas de esfuerzos tecnológicos. El titular de la tecnología recibe a cambio de la transferencia recursos económicos.

### **2.3.2 Negociación de tecnología**

Es un acuerdo que resulta en una relación entre dos o más partes a largo plazo. En esta negociación las dos partes están concientes que se beneficiarán mutuamente en aspectos como eficiencia en tiempo y recursos para llegar a un convenio.

Es importante tener en cuenta los siguientes aspectos para desarrollar una buena negociación:

En primera instancia se debe llevar a cabo la planeación, en ésta se definen los objetivos, el análisis de la propuesta y la estructura preliminar para la relación entre las partes negociadoras.

Luego de la etapa de planeación se necesita definir el equipo de negociación el cual está conformado por personal técnico, financiero, jurídico y de negociación. El equipo de negociación debe tener competencias en aspectos tales como de tecnología, economía, financiera, legal, de riesgos, comercial y de propiedad industrial.

El personal técnico debe conocer la tecnología así como entender las ventajas y desventajas de lo que le están ofreciendo, debe estar al tanto de tecnologías alternas y su costo estimado.

Al ya estar conformado el equipo de negociación se inicia las negociaciones formales con la contraparte adquiriendo información sobre aspectos técnicos de la transacción propuesta, naturaleza del producto o servicio tecnológico que se está ofreciendo, tipo de equipo requerido, materia prima utilizada, requerimientos de asistencia técnica, aspectos financieros como costo de capital, el aspecto legal

como licencias, regalías adecuadas, exclusividad y derechos de propiedad industrial.

El objetivo de las negociaciones es alcanzar un acuerdo con la contraparte sobre el texto y el alcance de los términos y condiciones que deben estar contenidos en los documentos finales del contrato.

### **2.3.3 Contrato de tecnología**

El contrato para la compra de tecnología es el paso a seguir luego de la etapa de negociación.

Todo contrato debe ser analizado de la siguiente manera:

#### **2.3.3.1 Tipos de acuerdo**

El contrato de tecnología debe contener al menos algunos de los siguientes acuerdos:

- Acuerdos para el suministro de equipos: El objeto de estos contratos es la adquisición de equipos, la transferencia de tecnología se encuentra incorporada en ellos. El comprador conoce suficientemente el proceso de producción y solo está interesado en el equipo, el fabricante vende el equipo y el suministro de manuales, planos para su montaje y puesta en funcionamiento. En caso de reparación el comprador debe pactar con el vendedor la posibilidad de reproducir partes o componentes solo para efectos de reposición de los equipos suministrados en el contrato.

- Acuerdos para la implementación de procesos y suministro de licencia: Lo que se realiza con este contrato es suministrar el diseño y los conocimientos necesarios para la implementación y desarrollo de un proceso o subprocesos complementarios de uno existente.
- Acuerdo de licencia de patente: Mediante este acuerdo se garantiza los derechos únicamente sobre la patente, no incluye asistencia técnica, marcas registradas o venta de maquinaria. El elemento característico lo constituye el pago de regalías.
- Acuerdo de distribución: Un distribuidor es un comerciante independiente, quien bajo los términos y condiciones expuestos en el acuerdo de distribución, compra productos de un fabricante u otro proveedor y los revende, ambos bajo su nombre y cuenta. Cuando los productos están relacionados con procedimientos el distribuidor deberá apoyarse en asistencia técnica, servicio y entrenamiento durante toda la duración del acuerdo.
- Acuerdo de servicio y asistencia técnica: Este acuerdo lo ofrece el proveedor, el cual puede incluir planos, listas, especificaciones de equipos, documentación sobre el producto o servicio y ayudas de ventas, entrenamiento de personal, coordinación de suministros y montaje y control de calidad.
- Acuerdos con tecnología informática: Es una nueva forma de transferir tecnología, en los contratos de software se puede licenciar bajo la modalidad de propiedad intelectual, ley de patentes, ley de secreto comercial o ley de marca registrada.

### **2.3.3.2 Estructura general de contratos**

Para llevar a cabo satisfactoriamente un contrato de tecnología se presentan los siguientes aspectos que forman parte de la estructura de un acuerdo como lo son las consideraciones preliminares, cláusulas centrales y cláusulas finales.

- Consideraciones preliminares: Está compuesto por la identificación de las partes, propósito, fecha de acuerdo, cláusulas de consideraciones, antecedentes del acuerdo y definición de términos.
- Cláusulas centrales: Las cláusulas centrales de un contrato de tecnología esta conformado por la concesión de la licencia, derechos de patente, exclusividad, derechos conferidos, limitaciones, protección de las patentes, infracciones, asistencia técnica, visitas a plantas, asistencia directa, consultoría, mejoras, derechos de sublicencia, pagos, plazos de acuerdo de licencia, terminación del acuerdo, mejor esfuerzo, control de exportaciones, perfeccionamiento y mejoras, confidencialidad de la tecnología, servicios técnicos, tiempo del contrato y garantías.
- Cláusulas finales: Estas cláusulas está conformadas por arbitrajes y leyes aplicables, severidad, acuerdo completo, contingencias, notificaciones, terminación anticipada del contrato, modificación de términos contractuales, comunicación entre las partes, solución de controversias, suministro de bienes de capital, materia prima e impuestos.

## **2.4 TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA**

Constituye la cuarta etapa del modelo de gestión tecnológica, se basa en la incorporación de la tecnología en el laboratorio a modernizar, mediante las

actividades de difusión, adaptación e innovación. Aunque esta etapa no se aplicara puesto que para ello se requiere haber adquirido la tecnología si se planteara de manera general los diferentes pasos ha tener en cuenta para su desarrollo a miras de un proyecto futuro para la incorporación de la tecnología.

Como en todo proceso existe la probabilidad de encontrar problemas la transferencia tecnológica no es ajena a ello, por eso citaremos a continuación los diferentes problemas que podrían llegar a existir:

- La tecnología adquirida no es la más adecuada para el buen desarrollo del aprendizaje en el laboratorio a modernizar.
- La etapa de transferencia tecnológica no fue planificada adecuadamente.
- No se acepta la nueva tecnología o al proceso de adopción seguido que se interpreta como una agresión a la actividad que se viene llevando a cabo, identificada con el uso de la tecnología anterior.

Para atenuar dichos problemas se deben tener en cuenta algunos factores que ayudaran a la solución de los mismos:

- Mirar el impacto de la nueva tecnología adquirida sobre la organización revisando y analizando que procesos internos son alterados o modificados.
- Tener capacidad de adaptación a los nuevos componentes tecnológicos es decir que se pueden modificar algunos de los componentes de la tecnología actualmente utilizados por la organización.
- Distancia con respecto a la tecnología actualmente empleada.

- Presiones para comenzar el proceso de adopción. La urgencia con la que se va a llevar a cabo el proceso de adopción influye decisivamente en el “proyecto de transferencia de tecnología” implícito. Las presiones pueden ser internas o externas.

#### **2.4.1 Difusión de la tecnología**

La etapa de la difusión se lleva a cabo mediante la divulgación y expansión de la tecnología en la organización en nuestro caso en la E<sup>3</sup>T a través del tiempo, todo con el fin de que esta se transfiera de una manera adecuada puesto que nada se saca solamente con adoptar la tecnología.

Existen dos tipos de difusión la macrodifusión o difusión externa la cual se lleva a cabo en la sociedad y la microdifusión o difusión interna la cual se lleva a cabo dentro de la organización es nuestro caso en la E<sup>3</sup>T.

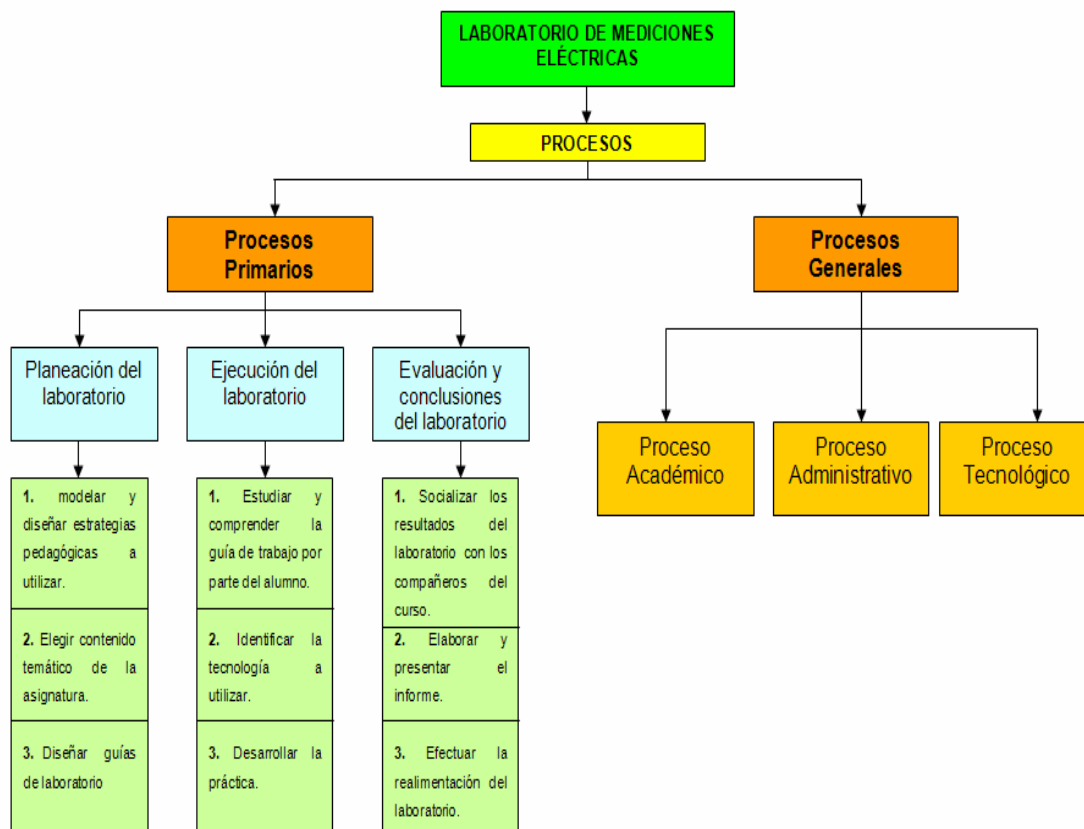
La difusión se hace de muchas formas, pero tienen un fin común el entender como se realiza este proceso. Se han determinado dos caminos de difusión: semilla única y semilla múltiple. El de semilla única se caracteriza por crear o identificar un pequeño grupo de estudiantes que mediante su conocimiento logren gestionar la tecnología de una forma directa y así expandirla y darla a conocer a toda la organización es decir a la E<sup>3</sup>T. El de semilla múltiple se crean o identifican varios grupos de estudiantes simultáneamente con la finalidad de crear un solapamiento y así crear una cultura de tecnología en toda la organización es decir en la E<sup>3</sup>T, pero su gestión es débil ya que esta difusión es informal.

### **2.4.2 Adaptación e innovación**

La etapa de adaptación e innovación de la tecnológica implica tener un buen conocimiento y capacidad de interpretación de las variables fundamentales que dan origen a los diferentes aspectos que integran los paquetes tecnológicos. El dominio de estas variables incrementará sus potencialidades y las posibilidades de introducción de mejoras y adaptación. Con esos conocimientos es posible adaptar los procesos, los equipos en operación y los productos elaborados, a las condiciones imperantes en el entorno de la empresa. De esta forma se pueden tener procesos y equipos que permitan incrementar la confiabilidad de la prestación del servicio y por consiguiente su competitividad y rentabilidad.

### **2.5 PROCESOS DEL LABORATORIO**

Las etapas anteriores del modelo de gestión tecnológica apuntan hacia el mejoramiento de los procesos del laboratorio, una manera de dividir la estructura del funcionamiento de un laboratorio en procesos es la planteada en la figura 6:



**Figura 6: Procesos del laboratorio de mediciones eléctricas**

En los procesos generales del laboratorio encontramos:

**Proceso académico:** En él intervienen muchos factores desde la motivación del estudiante por la asignatura y el laboratorio, hasta la forma como el alumno lo desarrolla.

**Proceso administrativo:** Este proceso es de suma importancia, se encarga de que los diferentes recursos existentes en el laboratorio se estén utilizando adecuadamente, para ello el personal que interviene en el proceso debe tener roles de trabajo y sentido de pertenencia.

**Proceso Tecnológico:** En este se estructura de forma adecuada el laboratorio, además se encarga, de analizar con que tecnología se debe contar para el desarrollo de las diferentes actividades que se pueden desarrollar.

División de los procesos primarios:

- Planeación del laboratorio.

Para la planeación del laboratorio se llevan a cabo los siguientes subprocesos:

1. Modelar y diseñar estrategias pedagógicas a utilizar.
2. Elegir contenido temático de la asignatura.
3. Diseñar guías de laboratorio.

- Ejecución del laboratorio.

En la ejecución del laboratorio se llevan a cabo los siguientes subprocesos:

1. Estudiar y comprender la guía de trabajo por parte del alumno.
2. Identificar la tecnología a utilizar.
3. Desarrollar la práctica.

- Evaluación y conclusiones del laboratorio

En el proceso primario de evaluación y conclusiones del laboratorio los subprocesos son:

1. Socializar los resultados del laboratorio con los compañeros del curso.
2. Elaborar y presentar informe.
3. Efectuar la realimentación del laboratorio.

En este proyecto de grado se plantea estructurar el funcionamiento de un laboratorio en procesos con la finalidad de observar con detenimiento cada uno de estos. De esta manera se desglosa cada proceso y se valora en que condiciones se encuentran para así poder plantear posibles soluciones.

## **2.6 MODELO PEDAGÓGICO PROPUESTO PARA LA E<sup>3</sup>T**

Esta etapa del modelo de gestión tecnológica planteado, es una de las más importantes ya que este modelo de enseñanza propuesto para los laboratorios de la E<sup>3</sup>T se utiliza en todas y cada una de las asignaturas contempladas en la escuela de ingeniería eléctrica.

El modelo de enseñanza planteado en este trabajo de grado se basa en el aprendizaje significativo, a continuación se presenta de una manera más detallada:

### **MODELO DE ENSEÑANZA BASADO EN EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO**

En las últimas décadas el proceso de enseñanza-aprendizaje, ha sido tema de innumerables estudios y aportaciones, desde diferentes perspectivas del conocimiento.

Hoy por hoy en nuestras universidades colombianas y latinoamericanas, con frecuencia los docentes son profesionales que provienen de diversos campos disciplinarios como por ejemplo: medicina, ingeniería, odontología, química, arquitectura, etc.; e incursionan en la enseñanza ya sea por una inclinación personal a esta labor ó por una oportunidad de trabajo que en un determinado momento se les presenta; el caso es que no siempre tienen una formación idónea para este que hacer, no han sido “educados para enseñar”.

El objetivo de los autores es proponer un modelo de enseñanza que de alguna forma optimice el proceso de aprendizaje de los alumnos de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la E<sup>3</sup>T, sin dejar de lado los métodos de educación utilizados actualmente por el cuerpo docente. De antemano es preciso aclarar que no se trata de ofrecer el modelo didáctico ideal sino simplemente se presenta como una alternativa de enseñanza.

El método de enseñanza propuesto en esta tesis de grado se llama APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO, a continuación se plantea sus características:

### **2.6.1 Implementación del modelo pedagógico basado en el aprendizaje significativo**

El aprendizaje significativo es aquel que le permite al estudiante relacionar sus conocimientos previos con la nueva información recibida o captada; dicho de otra manera, este modelo pedagógico plantea que el aprendizaje del alumno depende de las ideas y conceptos previos adquiridos en un determinado campo del conocimiento (llamado estructura cognitiva) y la relación que le puede dar con la nueva información que está recibiendo [12].

Para poder ejecutar este modelo pedagógico es necesario conocer la estructura cognitiva del estudiante, pues se debe tener en cuenta la cantidad de información y la calidad de la información que posee.

### **2.6.2 Historia del aprendizaje significativo**

En la década de los años 70 se incorporó al sistema educativo un nuevo modelo de enseñanza llamado aprendizaje por descubrimiento, éste novedoso sistema fue propuesto por DAVID AUSUBEL quien más tarde cambiara el nombre por el de APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO.

El primer intento por explicar su teoría lo hizo Ausubel en el año de 1963 al publicar la monografía “The Psychology of Meaningful Verbal Learning” (Psicología del aprendizaje verbal significativo); para el mismo año participó en un congreso celebrado en Illinois con la ponencia “Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento”.

David Ausubel es un psicólogo de la educación, postula que el proceso de aprendizaje conlleva a una reestructuración activa de las ideas, percepciones, conceptos y esquemas que el estudiante ya posee en su estructura cognoscitiva. A partir de ésta explicación se puede caracterizar este método como constructivista, es decir, el aprendizaje no es una simple asimilación pasiva de información literal sino que es una transformación y estructuración activa de la misma; al igual que se puede caracterizar como interaccionista, lo que es lo mismo a decir que los materiales de estudio y la información exterior se interrelacionan e interactúan con los esquemas de conocimiento previo y las características del aprendiz.

### **2.6.3 Razones por las cuales se propone implementar el modelo pedagógico basado en el aprendizaje significativo en la E<sup>3</sup>T**

En primer lugar el aprendizaje significativo es un modelo de enseñanza interesante debido a la importancia que se le da tanto al conocimiento previo que posee el alumno en el tema de estudio como al trabajo en equipo, a diferencia de otros modelos de aprendizaje en los que esto no es trascendental.

De igual manera este modelo pedagógico es utilizado en diversas universidades nacionales y extranjeras, entre ellas tenemos: Universidad Nacional (Colombia), Universidad del valle (Colombia), Universidad Javeriana (Colombia), Universidad del Norte (Colombia), Universidad Libre de Cali (Colombia), Universidad Virtual del Instituto Tecnológico de Monterrey (México), Universidad de la Frontera (Chile), Universidad Adventista del Plata (Argentina), Universidad de San Miguel (México), Universidad de Guadalajara (México), Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (Cuba), Universidad de Alicante (España) y por último el Ministerio de Educación de Chile actualmente plantea el aprendizaje significativo como modelo de enseñanza.

Con lo anterior se quiere expresar que este modelo pedagógico es utilizado actualmente por varias instituciones extranjeras de estudio superior y se postula como un modelo de grandes expectativas y aplicaciones.

En la Universidad Industrial de Santander, dentro del cuerpo profesoral son notorios diferentes estilos pedagógicos, y aunque se cuestiona la conveniencia de estandarizar un único modelo, se quiere plantear la necesidad de orientar el trabajo docente por aquellas vías que permitan desarrollar aprendizajes significativos.

#### **2.6.4 El rol del docente**

Se presenta que la función primaria del docente consiste en orientar y guiar la actividad mental constructiva de sus alumnos, a quienes aportará una ayuda pedagógica ajustada a sus competencias educativas.

Para promover el aprendizaje no hay una única ruta, y es importante que el profesor mediante un proceso de reflexión sobre el contexto y características de su clase, decida qué es conveniente realizar en cada caso, considerando los siguientes tópicos:

- Las características, carencias y conocimientos previos de sus alumnos.
- La tarea de aprendizaje a realizar.
- Los contenidos y materiales de estudios.
- Las intencionalidades u objetivos perseguidos.
- La infraestructura y facilidades existentes.
- El sentido de la actividad educativa y su valor real en la formación del alumno.

#### **2.6.5 Concepción constructivista del aprendizaje**

Como ya se había mencionado, la concepción constructivista establece que el aprendizaje no es una simple asimilación pasiva de información literal, por el contrario, el alumno transforma ésta información y la estructura.

Se organiza en tres columnas fundamentales:

1. El alumno es el último responsable de su propio proceso de aprendizaje. Éste puede ser un sujeto activo cuando manipula, explora, descubre o inventa.
2. La actividad mental constructiva del alumno se aplica a contenidos que poseen ya un grado considerable de elaboración.
3. La función del docente es encajar los procesos de construcción del alumno con el saber colectivo culturalmente organizado.

“La calidad de un proyecto curricular y de un centro académico se relaciona con su capacidad de atender a las necesidades especiales que plantean los estudiantes. Así una universidad de calidad será aquella que sea capaz de atender a la diversidad de individuos que aprenden, y que ofrece una enseñanza adaptada y rica, promotora del desarrollo” [13].

#### **2.6.6 Principios educativos asociados con una concepción constructivista del aprendizaje y la enseñanza**

- El aprendizaje establece un proceso constructivo interno, autoestructurante y en este sentido, es subjetivo y personal.
- El aprendizaje se facilita gracias a la interacción con los otros, por lo tanto es social y cooperativo.
- El grado de aprendizaje depende del nivel de desarrollo cognitivo, emocional y social, y de la naturaleza de las estructuras de conocimiento.

- El punto de partida de todo aprendizaje son los conocimientos y experiencias previos que tiene el aprendiz.
- El aprendizaje se produce cuando entra en conflicto lo que el alumno ya sabe con lo que debería saber.
- El aprendizaje se facilita con soportes que conduzcan a la construcción de puentes cognitivos entre lo nuevo y lo familiar, y con materiales de aprendizaje potencialmente significativos.

### **2.6.7 Condiciones que permiten el logro del aprendizaje significativo**

Un aprendizaje es significativo si fundamentalmente existen las siguientes condiciones favorables:

- Debe relacionarse de modo no arbitrario y sustancial la nueva información con lo que el alumno ya sabe.
- En segunda instancia también depende de la disposición del alumno (motivación y actitud) por aprender.
- Por último, los contenidos de aprendizaje juegan un papel importante.

Para concluir tenemos que durante el aprendizaje significativo el alumno relaciona de manera no arbitraria y sustancial la nueva información con los conocimientos y experiencias previas y familiares que ya posee en su estructura de conocimientos o cognitiva.

La condición que permite que el aprendizaje sea significativo es la importancia que tiene que el alumno posea ideas previas como antecedente necesario para aprender, ya que sin ellos, aún cuando el material de aprendizaje esté bien elaborado, poco será lo que el estudiante logre.

### **2.6.8 Esquema de las condiciones para el logro del aprendizaje significativo**

#### **a) Respecto al material de trabajo:**

- Relacionabilidad no arbitraria.
  
- Relacionabilidad sustancial.
  
- Estructura y organización.
  
- (Significado Lógico).

#### **b) Respecto al alumno:**

- Disposición ó actitud.
  
- Naturaleza de su estructura cognitiva.
  
- Conocimientos y experiencias previas.
  
- (Significado psicológico).

### **2.6.9 Fases de aprendizaje significativo**

Existen tres fases o etapas de aprendizaje significativo [14].

#### **Fase inicial de aprendizaje:**

- El aprendiz percibe a la información como constituida por “piezas o partes aisladas” sin alguna relación conceptual.
- Como consecuencia de ello, el aprendiz tiende a memorizar o interpretar gradualmente estas piezas usando su conocimiento esquemático.
- El procesamiento de la información es demasiado global basado en: escaso conocimiento sobre el dominio a aprender, estrategias generales independientes de dominio, uso de conocimientos de otro dominio para interpretar la información (para comparar y usar analogías).
- La información aprendida es concreta (más que abstracta) y vinculada al contexto específico.
- Uso predominante de estrategias de repaso para aprender la información.
- Gradualmente el aprendiz va construyendo un panorama global del dominio o del material que va a aprender, para lo cual usa su conocimiento esquemático, establece analogías (con otros dominios que conoce mejor) para representarse ese nuevo dominio, construye suposiciones basadas en experiencias previas, etc.

### **Fase Intermedia de aprendizaje:**

- El alumno empieza a encontrar relaciones y similitudes entre las partes aisladas y llega a configurar esquemas y mapas cognitivos acerca del material y el dominio de aprendizaje en forma progresiva. Sin embargo, estos esquemas no permiten aún que el aprendiz se conduzca en forma automática o autónoma.
- Se va realizando de manera paulatina un procesamiento más profundo del material. El conocimiento aprendido se vuelve aplicable a otros contextos.
- Hay más oportunidad para reflexionar sobre la situación, material y dominio.
- El conocimiento llega a ser más abstracto, es decir, menos dependiente del contexto donde originalmente fue adquirido.
- Es posible el empleo de estrategias elaborativas u organizativas como los mapas conceptuales.

### **Fase Terminal del aprendizaje:**

- Los conocimientos que comenzaron a ser elaborados en esquemas o mapas cognitivos en la fase anterior, llegan a estar más integrados y funcionar más autónomamente.
- Las ejecuciones del sujeto, se basan en estrategias específicas del dominio para la realización de tareas tales como solución de problemas, respuestas a preguntas, etc.

- En esta fase hay un énfasis mayor sobre la ejecución que en el aprendizaje, dado que los cambios en la ejecución que ocurren se deben a variaciones provocadas por la tarea, más que a arreglos o ajustes internos.
- El aprendizaje que ocurre durante esta fase probablemente radica en: a) la acumulación de información a los esquemas preexistentes y b) aparición progresiva de interrelaciones de alto nivel en los esquemas.

#### **2.6.10 Factores que determinan la motivación por aprender y el papel del profesor**

El logro del aprendizaje significativo no sólo está condicionado por factores de orden intelectual, sino que requiere como condición básica y necesaria una disposición o voluntad por aprender por parte del alumno, sin el cual todo tipo de ayuda pedagógica estará condenada al fracaso.

En la pedagogía motivación significa aportar o promover motivos, es decir, estimular la voluntad de aprender. La motivación del estudiante permite explicar la medida en que los alumnos invierten su atención y esfuerzo en determinados asuntos, que pueden ser o no los que desean sus profesores; pero que en todo caso se relacionan con sus experiencias individuales, su disposición y razones para involucrarse en las actividades académicas.

Según expertos, el papel del docente en el ámbito de la motivación se enfocará en inducir motivos a sus alumnos en lo que respecta a sus aprendizajes y comportamientos para aplicarlos de manera voluntaria a los trabajos de clase, dando significado a las tareas universitarias y suministrándolas de un fin determinado, de manera tal que los alumnos desarrollen un verdadero gusto por la

actividad y comprendan su utilidad personal y social. Esto es lo que se denomina motivación por el aprendizaje.

En la búsqueda de la motivación hay tres propósitos perseguidos a saber:

1. Despertar el interés en el alumno y dirigir su atención.
2. Estimular el deseo de aprender que conduce al esfuerzo y la perseverancia.
3. Dirigir estos intereses y esfuerzos hacia el logro de fines apropiados y la realización de propósitos definidos.

Como conclusión podemos tener:

El papel de la motivación en el logro del aprendizaje significativo se relaciona con la necesidad de fomentar en el alumno el interés y el esfuerzo necesarios, siendo labor del profesor ofrecer la dirección y la asesoría pertinentes en cada situación.

### **2.6.11 Aprendizaje cooperativo**

El aprendizaje cooperativo es el trabajo en grupos pequeños de estudiantes dentro y fuera de clase, este mecanismo puede resultar un complemento importante para el aprendizaje de los alumnos, ya que ayuda a los mismos a dominar los conceptos adquiridos y aplicarlos en situaciones de exigencia.

El trabajo cooperativo se refiere a proyectos grupales establecidos para los estudiantes durante una parte del curso, o durante el curso entero. Esta metodología educativa es utilizada actualmente en algunas asignaturas de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, siendo la asignatura de mediciones eléctricas una

de ellas, por consiguiente, en este trabajo de grado se quiere aportar algunos ítems importantes respecto al tema para así llegar a un mejor aprovechamiento de esta técnica de enseñanza.

Los grupos pueden ser escogidos por los mismos alumnos o por el profesor, con la anotación que cada una de estas opciones tiene ventajas y desventajas. Lo importante es que las tareas grupales deben cumplirse en un clima de interdependencia, es decir, que un solo estudiante no pueda cumplir la tarea o actividad sin la participación y colaboración de sus compañeros.

El modelo de aprendizaje cooperativo es una estrategia para lograr incorporar a estudiantes de diversos niveles y habilidades dentro de un mismo salón.

El trabajo en grupo o en equipo se torna de vital importancia dentro de este enfoque pedagógico. Como todo modelo, debe tomarse como una guía e irse implementando con flexibilidad, ajustándose y modificándose en forma continua para lograr el mayor beneficio. Si analizamos por un momento en toda actividad social el trabajo en equipo toma gran relevancia. Este enfoque facilita el aprendizaje no solo en áreas netamente académicas sino que conlleva a que el alumno se adiestre en la colaboración con sus pares en la ejecución de cualquier proyecto y en la toma de responsabilidad ante compañeros y supervisores.

#### **2.6.11.1 Características del aprendizaje cooperativo**

- Elevado grado de igualdad: debe existir un grado de simetría en los roles que desempeñan los participantes en una actividad grupal. Esta igualdad hace referencia a lo sustancial que es el aporte de un alumno dentro de un equipo de trabajo, ya que se busca que el aporte de cada uno de los integrantes del equipo sea equitativo.

- **Grado de Mutualidad Variable:** Mutualidad es el grado de conexión, profundidad y bidireccionalidad de las transacciones comunicativas. Los más altos niveles de mutualidad se darán cuando se promueva la planificación y la discusión en conjunto, se favorezca el intercambio de roles y se delimite la división del trabajo entre los miembros. Esta mutualidad hace referencia a la forma como los alumnos dentro de un equipo de trabajo se retroalimentan los unos con los otros para así obtener un máximo rendimiento y una optimización del producto esperado con su esfuerzo grupal; pero esta retroalimentación depende en su mayoría de una excelente comunicación entre los integrantes del equipo para que la delegación de tareas sea equitativa y se produzca un resultado justo a partir de un trabajo justo.

#### **2.6.11.2 Componentes del aprendizaje cooperativo**

- **Interdependencia positiva:** Ocurre cuando los alumnos pueden percibir un vínculo con el grupo de forma tal que no pueden lograr el éxito sin ellos y viceversa. Deben de coordinar los esfuerzos con los compañeros para poder completar una tarea, compartiendo recursos, proporcionándose apoyo mutuo y celebrando juntos sus éxitos.
- **Interacción promocional cara a cara:** Más que una estrella se necesita gente talentosa que no pueda hacer una actividad sola. La interacción cara a cara es muy importante ya que existe un conjunto de actividades cognitivas y dinámicas interpersonales que sólo ocurren cuando los estudiantes interactúan entre si en relación a los materiales y actividades.

- **Valoración personal y responsabilidad:** Se requiere la existencia de una evaluación del avance personal, la cual va haciendo tanto el individuo como el grupo. De esta manera el grupo puede conocer quien necesita más apoyo para completar las actividades, y evitar que unos descansen con el trabajo de los demás.
  
- **Habilidades Interpersonales:** Se hace necesario enseñarles a los alumnos las habilidades sociales requeridas para lograr una colaboración de alto nivel y para estar motivados a emplearlas, en otras palabras se le debe enseñar al estudiante a: conocerse y confiar unos en otros, comunicarse de manera precisa y sin ambigüedades, aceptarse y apoyarse unos a otros y por último a resolver conflictos constructivamente.
  
- **Procesamiento en grupo:** La participación en equipos de trabajo requiere ser consciente, reflexivo y crítico respecto al proceso grupal en sí mismo. Los miembros del grupo necesitan reflexionar y discutir entre si el hecho de si se están alcanzando las metas trazadas y manteniendo relaciones interpersonales y de trabajo efectivas y apropiadas. La reflexión grupal puede ocurrir en diferentes momentos a lo largo del trabajo, no sólo cuando se ha completado la tarea.

Paralelo entre el aprendizaje individualista y el aprendizaje significativo:

<b>APRENDIZAJE INDIVIDUALISTA</b>	<b>APRENDIZAJE COOPERATIVO</b>
No existe relación entre los objetivos que persigue cada uno de los alumnos, las metas son independientes entre si.	Se establecen metas que son benéficas para si mismo y para los demás miembros del equipo.
El alumno percibe que el conseguir	El equipo debe trabajar junto hasta

<p>sus objetivos depende de su propia capacidad y esfuerzo, de la suerte y de la dificultad de la tarea.</p>	<p>que todos los miembros del grupo hayan entendido y completado la actividad con éxito.</p>
<p>Existe una motivación extrínseca, con metas orientadas a obtener valoración social y recompensas externas.</p>	<p>Se busca maximizar el aprendizaje individual pero al mismo tiempo el aprendizaje de los otros.</p>
<p>Los alumnos pueden desarrollar una percepción pesimista de sus capacidades de inteligencia.</p>	<p>Los fracasos son tomados como fallas del grupo, y no como limitaciones personales en las capacidades de un estudiante.</p>
<p>Se evalúan a los estudiantes en pruebas basadas en los criterios, y cada uno de ellos trabaja en sus materias o textos ignorando a los demás.</p>	<p>Se evalúa el rendimiento académico de los participantes así como las relaciones afectivas que se establecen entre los integrantes.</p>
<p>La comunicación en clases con los compañeros es desestimada y muchas veces castigada.</p>	<p>Se basa en la comunicación y en las relaciones. Respeto hacia las opiniones de los demás.</p>
<p>Se convierte en un sistema competitivo y autoritario, produciendo una estratificación social en el aula.</p>	<p>Es un sistema que valora aspectos como la socialización, la adquisición de competencias sociales, el control de los impulsos agresivos, la relatividad de los puntos de vista, el incremento de las aspiraciones y el rendimiento escolar.</p>

### **2.6.12 Estrategias de enseñanza**

Cualquier intervención docente es una respuesta al problema básico de cómo enfocar adecuadamente la enseñanza. Es éste, sin duda, uno de los problemas centrales y más específicos del campo de estudio de la investigación didáctica, constituyendo, por otra parte, una cuestión que no parece estar ni mucho menos resuelta en la actualidad y cuya aclaración resulta en estos momentos inevitable para superar los obstáculos que dificultan la mejora de la enseñanza en los diferentes niveles educativos.

Para poder enfocar bien este tema es necesario definir primeramente el significado: las estrategias de enseñanza que se presentan en esta tesis son procedimientos que el profesor utiliza en forma reflexiva y flexible para promover el logro del aprendizaje significativo en los alumnos; otro significado válido dice que las estrategias de enseñanza son medios o recursos para prestar la ayuda pedagógica.

Es importante definir cada estrategia de enseñanza como un sistema distintivo, constituido por unos determinados tipos de actividades de enseñanza que se relacionan entre sí mediante unos esquemas organizativos característicos.

Si se escoge, una perspectiva sistémica, en la que las actividades son los elementos básicos del sistema, de tal manera que cada estrategia de enseñanza quedará definida por los tipos de actividades que incluye y por el esquema organizativo que regula las relaciones entre las actividades, así como los posibles cambios en dichas actividades y en sus interrelaciones.

El carácter intencional de la enseñanza, dirigida siempre a facilitar la construcción de aprendizajes de todo tipo, y cómo el profesor, desde una perspectiva profesional, deberá centrar sus esfuerzos en el establecimiento de canales

comunicativos que posibiliten un flujo de información real y adecuada para propiciar avances significativos en la dirección de los aprendizajes perseguidos.

En toda actividad de enseñanza se maneja cierta información, procedente de unas determinadas fuentes, mediante unos procedimientos concretos y en relación con unas metas explícitas o implícitas.

### **2.6.12.1 Estrategias para generar conocimientos previos**

Ya se ha mencionado la importancia de los conocimientos previos en la construcción del conocimiento. Simple y sencillamente, la actividad constructiva no sería posible sin conocimientos previos que permitan entender, asimilar e interpretar la información nueva, para luego, por medio de ella, reestructurarse y transformarse hacia nuevas posibilidades. Es por ello la importancia de activar los conocimientos previos pertinentes de los alumnos, para luego ser retomados y relacionados en el momento adecuado con la información nueva que se vaya descubriendo o construyendo conjuntamente con los alumnos.

Para lograr conocimientos previos se muestran a continuación algunas estrategias:

- **Actividad focal introductoria:** Es el conjunto de aquellas estrategias que buscan atraer la atención de los alumnos, activar los conocimientos previos o incluso crear una apropiada situación motivacional de inicio. Los tipos de actividad focal introductoria más efectivos que pueden utilizarse son aquellos que presentan situaciones sorprendentes, incongruentes o discrepantes con los conocimientos previos de los alumnos.

Así, las funciones centrales de esta estrategia son las siguientes:

1. Involucrar a los alumnos mediante ejemplos y experiencias vividas para así activar los conocimientos previos de los mismos.
  2. Servir como foco de atención o como referente para discusiones posteriores.
  3. Influir de manera considerable en la atención y motivación de los alumnos.
- **Discusión guiada:** Es un procedimiento interactivo a partir del cual profesor y alumnos hablan acerca de un tema determinado. En la aplicación de esta estrategia desde el inicio los alumnos activan sus conocimientos previos, y gracias a los intercambios en la discusión con el profesor pueden ir desarrollando y compartiendo con los demás compañeros información previa que pudieron no poseer antes de que la estrategia fuese iniciada.
- **Actividad generadora de información previa:** Es una estrategia que permite a los alumnos activar, reflexionar y compartir los conocimientos previos sobre un tema determinado, a este proceder también se le conoce como lluvia de ideas.

El procedimiento es el siguiente:

1. Introducir la temática a tratar.
2. Cada alumno o grupo de alumnos (si se está trabajando con el modelo de aprendizaje cooperativo) presenta sus ideas a los demás compañeros del salón.

3. Recopilar la información y discutir con los alumnos las ideas expuestas por cada uno de ellos.
4. Diferenciar las ideas erróneas de las correctas.

### **2.6.12.2 Estrategias para el aprendizaje significativo**

Existen varios significados para calificar las estrategias para el aprendizaje significativo, aquí están algunas de ellas:

- Son procedimientos o secuencias de acciones.
- Son actividades conscientes y voluntarias.
- Pueden incluir varias técnicas, operaciones o actividades específicas.
- Persiguen un propósito determinado: el aprendizaje y la solución de problemas académicos y/o aquellos otros aspectos vinculados con ellos.

A partir de las anteriores afirmaciones se puede presentar un significado más robusto:

Las estrategias de aprendizaje son procedimientos (conjunto de pasos, operaciones o habilidades) que un aprendiz emplea en forma consciente, controlada e intencional como instrumentos flexibles para aprender significativamente y solucionar problemas.

### 2.6.12.3 Estrategias y técnicas

Se puede diferenciar el concepto de técnica y estrategia, sin embargo no se pueden desligar ya que lo uno conlleva a lo otro, no pueden existir actividades estudiantiles donde no se requiera de ambas para optimizar el aprendizaje.

<b>ESTRATEGIA</b>	Uso reflexivo de los procedimientos
<b>TÉCNICAS</b>	Comprensión y utilización o aplicación

Entre las técnicas de estudio y las estrategias de aprendizaje existe una estrecha relación:

- Las estrategias, son las encargadas de establecer lo que se necesita para resolver bien la tarea del estudio, determina las técnicas más adecuadas a utilizar, controla su aplicación y toma decisiones posteriores en función de los resultados.
- Las técnicas son las responsables de la realización directa de éste, a través de procedimientos concretos.

Es por esto que enseñar estrategias de aprendizaje a los estudiantes, es garantizar el aprendizaje: el aprendizaje eficaz, y fomentar su independencia, (enseñarle a aprender a aprender).

Un alumno emplea una estrategia, cuando es capaz de ajustar su comportamiento, (lo que piensa y hace), a las exigencias de una actividad o tarea encomendada por el profesor, y a las circunstancias en que se produce.

Entonces, para que el trabajo de un alumno sea considerado como estratégico es necesario que:

- Realice una reflexión consciente sobre el propósito u objetivo de la tarea.
- Planifique qué va a hacer y cómo lo llevará a cabo: para ello el alumno ha de disponer de un repertorio de recursos entre los que puede escoger.
- Realice la tarea o actividad encomendada.
- Evalúe su actuación.
- Acumule conocimiento acerca de en qué situaciones puede volver a utilizar esa estrategia, de qué forma debe utilizarse y cuál es la bondad de ese procedimiento (lo que se llamaría conocimiento condicional).

De esta manera finalizamos el modelo de enseñanza propuesto, fundamentado en el aprendizaje significativo.

Esperamos sea de interés y utilidad éste material para los docentes y alumnos de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Industrial de Santander, en miras a buscar un aprendizaje aún más significativo y de calidad como lo ha venido siendo hasta el momento.

## **CAPÍTULO III**

### **3. DIAGRAMA DE FLUJO DEL MODELO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA PROPUESTO**

En el capítulo anterior se presentó el modelo de gestión tecnológica propuesto, en este modelo se explicó de forma puntual como se lleva a cabo el desarrollo de la gestión tecnológica en una organización y específicamente enfocado a utilizarse en cualquier asignatura a la que se le desee gestionar el conocimiento y la tecnología.

De esta manera se presentaron cuatro grandes bloques: diseño de la estrategia tecnológica, planificación del desarrollo de la tecnología, adquisición de la tecnología y transferencia tecnológica. Estos cuatro bloques cíclicos se realizan con el objetivo de mejorar y optimizar los procesos primarios del laboratorio, el cual es al final, el centro de atención de este modelo de gestión propuesto. No menos importante se presentó el modelo pedagógico propuesto, el cual, es la columna vertebral de cada uno de los cuatro grandes bloques expuestos.

Con miras a realizar una aplicación del modelo de gestión propuesto, se diseñó un diagrama de flujo del mismo, éste se presenta en la figura 7. Lo que se pretende con este diagrama de flujo es desglosar cada uno de los cuatro grandes bloques y aplicar cada fase del diagrama en el laboratorio de mediciones eléctricas, de esta forma se da a manera de ejemplo una adaptación del modelo de gestión tecnológica propuesto en este trabajo de grado. Es idóneo aclarar que el alcance de este proyecto de grado se encamina solamente hasta el diseño de la estrategia tecnológica convirtiéndose la planificación del desarrollo de la tecnología, la adquisición de equipos y la transferencia de tecnología en posibles futuros proyectos a realizar por parte de los alumnos de la E<sup>3</sup>T.

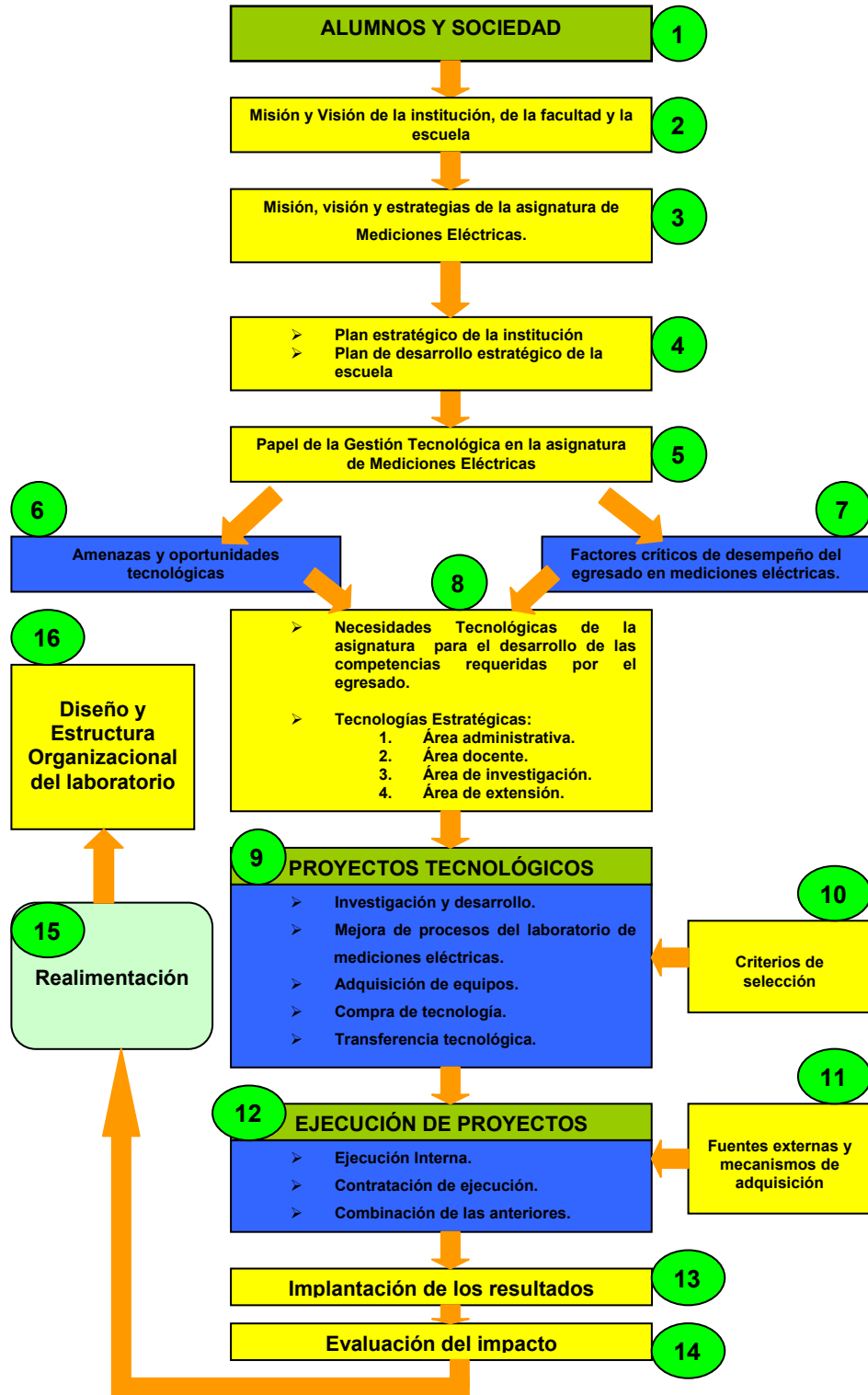


Figura 7: Diagrama de Flujo del modelo de gestión tecnológica propuesto

### **3.1 FASE 1: ALUMNOS Y SOCIEDAD**

Es la primer fase del diagrama de flujo propuesto, en ésta inicialmente se identifica quienes son los interesados en el modelo de gestión tecnológica, en nuestro caso, los alumnos y la sociedad.

### **3.2 FASE 2: MISIÓN Y VISIÓN DE LA INSTITUCIÓN, DE LA FACULTAD Y LA ESCUELA**

#### **3.2.1 Misión de la Universidad Industrial de Santander**

La Universidad Industrial de Santander es una organización que tiene como propósito la formación de personas de alta calidad ética, política y profesional; la generación y adecuación de conocimientos; la conservación y reinterpretación de la cultura y la participación activa liderando procesos de cambio por el progreso y mejor calidad de vida de la comunidad.

Orientan su misión los principios democráticos, la reflexión crítica, el ejercicio libre de la cátedra, el trabajo interdisciplinario y la relación con el mundo externo.

Sustenta su trabajo en las cualidades humanas de las personas que la integran, en la capacidad laboral de sus empleados, en la excelencia académica de sus profesores y en el compromiso de la comunidad universitaria con los propósitos institucionales y la construcción de una cultura de vida.

### **3.2.2 Visión de la Universidad Industrial de Santander**

La Universidad Industrial de Santander es una institución de educación superior estatal y autónoma, financiada por el Estado, comprometida con la defensa de un estado social y democrático de derecho y de derechos humanos y la proposición de políticas públicas que garanticen el acceso de la población a condiciones de vida digna.

La UIS es actor principal del desarrollo económico, social y cultural de la región y ejemplo de democracia, convivencia, autonomía y libertad responsable. Es lugar de consulta sobre las tendencias y desarrollos en el campo de las ciencias, los avances tecnológicos, las necesidades y oportunidades del mundo del trabajo y los deseos de bienestar de la comunidad.

La vigencia social de la universidad se manifiesta en su participación activa en Organismos de planificación local, regional y nacional, en agrupaciones de participación ciudadana para la proposición y el seguimiento de políticas y programas de desarrollo social, económico y cultural. En el fortalecimiento de sus relaciones con los sectores políticos, sociales y generadores de bienes y servicios que propendan por el bien común, en el marco de la conveniencia institucional. En la integralidad de todos los miembros de la comunidad universitaria, los cuales están formados en el espíritu científico. En la apropiación y el ejercicio de los derechos humanos universales y los derechos políticos, económicos, sociales y culturales correspondientes a la práctica de la ciudadanía y en el ejercicio de una conducta profesional solidaria con la construcción de la nación colombiana.

Es sitio obligado de referencia y consulta para proponer o evaluar las alternativas de solución a los problemas prioritarios de la comunidad, y su contribución es ampliamente valorada como insumo crítico para continuar avanzando en la construcción de una sociedad en donde la equidad, la justicia, la solidaridad y el

respeto por los derechos humanos y la naturaleza, sean los pilares del desarrollo humano sostenible en el marco de una cultura de paz.

Es líder del desarrollo científico en bio-ingeniería, fuentes alternas de energía, petroquímica y carboquímica, nuevas opciones para uso de combustibles, nuevos materiales y tecnologías de materiales compuestos, aprovechamiento y uso sostenible de la biodiversidad, promoción de la salud, prevención y control de las enfermedades de mayor ocurrencia, estímulo y acompañamiento a procesos de organización comunitaria orientados al desarrollo social y cultural, y mejoramiento de la calidad de la educación en todos sus niveles. Mantiene como líneas transversales la investigación en electrónica, telecomunicaciones, informática y ciencia y tecnología del medio ambiente. Promueve el desarrollo de la literatura y las artes. En todas sus Escuelas, Centros e Institutos, los miembros de la comunidad universitaria actúan como docentes-investigadores y se mantienen interconectados con grupos de pares académicos que cooperan local, nacional e internacionalmente.

Ofrece, desde la región nororiental al país, formación permanente de alta calidad y pertinencia social, propendiendo por la equidad en el acceso, con fundamento en el mérito académico. Sostiene intercambios y pasantías de profesores y estudiantes con Universidades extranjeras de alta calidad y presenta una amplia oferta de programas presenciales e interactivos mediante tecnologías para la educación virtual.

Es una organización inteligente capaz de adaptarse con eficacia a la velocidad de los cambios y a las necesidades emanadas del entorno. Recibe del Estado los recursos suficientes para adelantar sus funciones de investigación, formación y proyección social, en reconocimiento a su calidad, a los resultados presentados anualmente ante la sociedad y a sus políticas de eficiencia en la utilización de los

recursos. Invierte sus rentas propias para fortalecer su posición de excelencia en el medio universitario.

### **3.2.3 Misión de la Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas**

Las Facultad de Ingeniería Físico-Mecánicas es una unidad académica y administrativa que agrupa campos y disciplinas afines del conocimiento, profesores, personal administrativo, bienes y recursos, con el objeto de orientar, planificar, fomentar, coordinar, integrar y evaluar actividades de las Escuelas y Departamentos a su cargo, de conformidad con las políticas y criterios emanados del Consejo Superior -máximo órgano de dirección y gobierno de la Universidad- y del Consejo Académico -máxima autoridad académica-.

La Facultad está dirigida por el Decano y el Consejo de Facultad y tiene para la orientación, fomento y coordinación de las actividades de investigación y de extensión, un Director de Investigaciones dependiente del Decano.

### **3.2.4 Misión de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones**

La E<sup>3</sup>T es una comunidad académica que tiene como misión la formación integral de personas, la investigación con pertinencia social y la extensión orientada al desarrollo sostenible del país, para dar respuesta a problemas tecnológicos y económicos de la sociedad colombiana en los campos de la electricidad, la electrónica y las telecomunicaciones.

Orientan su misión los principios democráticos, la reflexión crítica, el ejercicio libre de la cátedra, el trabajo en equipo, la relación con otras comunidades académicas y el respeto por las personas y el medio ambiente.

Soportan el logro de esta misión el talento y las cualidades humanas de sus integrantes, la capacidad de trabajo de su comunidad y la excelencia académica de sus docentes.

### **3.2.5 Visión de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones**

La Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones enuncia la visión, como la imagen que quiere tener en un horizonte de tiempo de 20 años, la cual se plantea mediante hechos realizados y propósitos alcanzados durante este lapso. Se le ha dado un direccionamiento de acuerdo con las características del medio en el que se desenvuelve, con los recursos que contará y de conformidad con la visión de la Universidad.

Siguiendo con las directrices anteriores, así se enuncia la imagen futura de la escuela, en el año 2025:

La escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones-E<sup>3</sup>T- promueve el crecimiento personal, científico, tecnológico y profesional de su comunidad, a través de programas de pregrado, especialización, maestría y doctorado, cumpliendo estándares de alta calidad reconocidos por las autoridades competentes.

Sus centros y grupos de investigación aportan al país la innovación, generación de conocimiento y la solución de problemas relacionados con el desarrollo y aplicación de dispositivos y sistemas electrónicos, así como la generación, transmisión y distribución y comercialización de la energía eléctrica; todo ello de acuerdo con las necesidades de la industria y la sociedad colombiana.

Asimismo, esos centros y grupos de investigación lideran la oferta de formación permanente, de alta calidad y con pertinencia social, en los temas propios de su quehacer académico e investigativo. Además, mantienen vínculos de cooperación con pares académicos y de la industria, a nivel nacional e internacional que hacen visible a la universidad y a la escuela a través de sus logros intelectuales, sociales y personales.

La E<sup>3</sup>T cuenta con un recurso humano altamente calificado que responde a las exigencias del desarrollo nacional e internacional y al de sus propias necesidades, mediante la capacitación, entrenamiento y formación en las competencias del ser, saber y saber hacer propias de su acción. Asimismo, adecua su infraestructura física para dar cumplimiento a todos los propósitos planteados para la docencia, la investigación y la proyección social.

### **3.3 FASE 3: MISIÓN, VISIÓN Y ESTRATEGIAS DE LA ASIGNATURA DE MEDICIONES ELÉCTRICAS.**

#### **3.3.1 Misión de la Asignatura de Mediciones Eléctricas**

La asignatura de mediciones eléctricas tiene como misión contribuir con la formación del estudiante de ingeniería eléctrica de la Universidad Industrial de Santander, aportando al alumno conocimientos teórico-prácticos relacionados con las medidas eléctricas y los elementos necesarios para su obtención.

#### **3.3.2 Visión de la Asignatura de Mediciones Eléctricas**

La asignatura de mediciones eléctricas en los próximos años se postulará como una de las más representativas para el estudiante de ingeniería eléctrica, ya que

además de resultar un soporte para su formación académica servirá para impulsar la investigación, con el fin de contribuir a la solución de problemas específicos y a la innovación tecnológica en la industria nacional.

### **3.3.3 Estrategias de la asignatura de mediciones eléctricas**

#### **3.3.3.1 Justificación**

La importancia de los métodos de medición es incalculable, ya que mediante su uso se indican magnitudes eléctricas, como corriente, carga, potencial y energía, o las características eléctricas de los circuitos, como la resistencia, la capacidad, la capacitancia y la inductancia. Además que permiten localizar las causas de una operación defectuosa en dispositivos y sistemas eléctricos.

#### **3.3.3.2 Estrategias Pedagógicas**

Actualmente la metodología se fundamenta en el paradigma de educación constructivista y se desarrolla mediante elementos de aprendizaje cooperativo, orientado principalmente, a la construcción del conocimiento, de esta manera, se trabaja con grupos pequeños (3 estudiantes) para desarrollar las capacidades del estudiante en la construcción de nuevos conceptos. En cada grupo, los estudiantes son responsables de su aprendizaje y el de sus compañeros (interdependencia positiva). El trabajo en grupo permite cuestionar, razonar y realimentar en lo que se denomina interacción promotora. Adicionalmente, la interacción en grupo ayuda a desarrollar habilidades para la toma de decisiones, liderazgo y manejo de conflictos.

La evaluación del trabajo en el curso se realiza de manera individual y colectiva en algunos casos, involucrando la actividad realizada dentro del grupo y el dominio del tema de estudio.

La actividad corriente de la clase se desarrolla de la siguiente forma:

- Realimentación de la clase anterior.
- Presentación del tema de la clase.
- Discusión del tema de la clase.
- Presentación de ejemplos correspondientes al tema.
- Actividad de grupo.

Entre las posibles actividades de grupo se consideran las siguientes:

- Presentar informes sobre los temas a tratar en cada clase.
- Realizar deducciones.
- Relatorías.
- Responder o elaborar preguntas.
- Resolver problemas.
- Analizar textos.

La actividad de grupo no se realiza en todas las clases, en tal caso las demás actividades de la clase se extienden hasta cubrir el tiempo destinado para ella.

Adicionalmente, se realizan prácticas de laboratorio, demostraciones, así como visitas a algunos centros de calibración de equipos de medición. Cada uno de los grupos debe presentar un informe de las prácticas y demostraciones realizadas así como de las visitas técnicas.

Teniendo en cuenta el modelo y estrategias pedagógicas utilizadas en la actualidad en la asignatura de mediciones eléctricas de la escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Industrial de Santander, se sugiere articular dicho modelo con las características del aprendizaje significativo, el cual presentamos previamente.

### **3.3.3.3 Objetivo general**

Mediante una metodología que busca la formación integral del futuro ingeniero, se presentan los diferentes tópicos relacionados con las medidas eléctricas tanto analógicas como digitales que den al estudiante capacidades tanto para entender el funcionamiento de los instrumentos de medida como para interpretar adecuadamente las magnitudes estimadas de tensión y corriente, así como otras magnitudes derivadas a partir de estas dos.

### **3.3.3.4 Objetivos pedagógicos**

- Construir actitudes positivas hacia este campo del saber.
  
- Construir habilidades sociales y cognitivas mediante técnicas de aprendizaje colaborativo.

- Construir competencias para la ingeniería.
- Desarrollo de valores científicos y éticos.

### 3.3.3.5 Objetivos conceptuales

- Conocer las unidades de medidas eléctricas fundamentales y sus derivadas.
- Conocer los tipos de error que se pueden cometer cuando se realizan las medidas y que técnicas pueden ser utilizadas para minimizar estos errores.
- Conocer algunos de los patrones de medidas eléctricas.
- Estar capacitado para describir las características de un sistema de medición.
- Entender la construcción, funcionamiento y utilización de equipos tanto analógicos como digitales de medidas eléctricas de: tensión, corriente, potencia, energía, resistencia y reactancias.

### 3.3.3.6 Temas del curso e intensidad horaria

TEMA		TIPO			#
No	Nombre	Actividad de clase(Hr)	Actividad de Laboratorio(Hr)	Actividad Individual(Hr)	Total (Hr)
I	Conceptos generales de metrología eléctrica	3	0	6	9

II	Medición, error e incertidumbre	6	2	16	24
III	Medición analógica de la tensión y la corriente	9	4	26	39
IV	Medición de componentes	6	2	16	24
V	Medidores digitales	6	2	16	24
VI	El osciloscopio	6	2	16	24
VII	Medidas de potencia, factor de potencia y ángulo de fase	6	2	16	24
VIII	Medición de energía	6	2	16	24
Total		48	16	128	192

### 3.3.3.7 Contenido temático y subtemas

El contenido del curso se encuentra organizado en temas y subtemas descritos a continuación:

#### I Conceptos generales de metrología eléctrica

- ¿Qué es metrología?
- Modelos básicos de instrumentación y medida.
- Errores y fuentes de error en metrología.
- Modos de operación de los instrumentos de medida.

- Sistema internacional de unidades.
- Unidades eléctricas y magnéticas.
- Patrones eléctricos.
- Valores a medir en un sistema eléctrico.
- Medidas analógicas y digitales.
- Vocabulario internacional de términos utilizados en metrología.

## **II Medición, error e incertidumbre**

- Características estáticas y dinámicas de la instrumentación.
- Precisión y exactitud.
- Tipos de error.
- El concepto de incertidumbre.
- Evaluación de la incertidumbre.
- Normalizaciones en medición.

## **III Medición analógica de la tensión y la corriente**

- Medición analógica de la tensión (vóltmetro).

- Medición analógica de la corriente (ampermetro).
- Medición de resistencias (ohmetro).
- El multímetro.
- Sensores de corriente.
- Transformador de corriente.
- Transformador de tensión.

#### **IV Medición de componentes**

- Medición de resistencias (puestas a tierra).
- Puentes de impedancias.
- Puentes de transformadores.

#### **V Medidores digitales**

- Características básicas de los medidores digitales.
- Vóltmetro digital.
- Analizadores de redes.

#### **VI El osciloscopio**

- Osciloscopio analógico.

- Osciloscopio digital.

## **VII Medición de potencia, factor de potencia y ángulo de fase**

- Definiciones básicas de potencias en regímenes no senosoidales.
- Medidas de potencia en sistemas monofásicos.
- Medidas de potencia en sistemas trifásicos.
- Medidas de factor de potencia y ángulo de fase.

## **VIII Medición de energía**

- Contador de inducción para medición de potencias activas y reactivas.
- Contador estático.

Contadores de energía digitales (Telemidida).

### **3.3.3.8 Evaluación de la asignatura**

- Tres (3) exámenes c/u con igual valor equivalente al 60%.
- Trabajo final equivalente al 20%.
- Actividad de clase equivalente al 10%.
- Actividad de laboratorio (Visitas técnicas) equivalente al 10%.

La calificación individual de cada uno de los tres primeros exámenes se obtendrá teniendo en cuenta dos evaluaciones:

- La evaluación escrita e individual en los horarios que se establezcan.
- La sustentación por grupo del tema de la evaluación. Éste puede ser en grupo o algunos de los estudiantes (elegido al azar) representa al grupo.

La nota individual se obtendrá así:

Nota individual =  $0.8 \times (\text{nota evaluación escrita}) + 0.2 \times (\text{promedio de notas evaluaciones escritas})$ .

Una vez obtenida la nota individual, la nota de la evaluación se obtendrá de la siguiente manera:

Nota de la evaluación =  $0.8 \times (\text{nota individual}) + 0.2 \times (\text{sustentación de la evaluación})$ .

A la nota de la evaluación se le sumará una décima (0.1) si los estudiantes del grupo tienen una nota de la evaluación escrita superior o igual a tres (3.0). La nota de la tercera evaluación no estará ajustada a los anteriores cálculos, será completamente individual.

### **3.4 FASE 4: PLAN ESTRATÉGICO DE LA INSTITUCIÓN Y DE LA ESCUELA**

#### **3.4.1 Plan estratégico de la institución**

Las estrategias son las acciones y dispositivos generales que se proponen para producir la transformación de la universidad mediante la incorporación de la

comunidad a la ejecución mancomunada de las trece políticas seleccionadas. En consecuencia, se agrupan enseguida en el marco de cada una de dichas políticas generales:

#### **3.4.1.1 Construcción de comunidad**

La comunidad universitaria se construye mediante la interiorización efectiva, por todos los estamentos de la universidad, de los propósitos explicitados por la misión. Cuando todos los universitarios se deciden a realizar la misión, y no la pierden de vista en sus actividades cotidianas, dejan atrás su anómica disgregación y configuran comunidad en el trabajo mancomunado alrededor de los propósitos fundamentales.

#### **3.4.1.2 Fortalecimiento de la responsabilidad social de la universidad**

Desde su fundación en 1948, la universidad se pensó a sí misma como «motor del cambio social en la región», es decir, responsable de los cambios culturales que habrían de acontecer en la sociedad. Esa política de responder por un mejor destino de la sociedad regional es nuestro compromiso indeclinable con el desarrollo integral y un mejor bienestar social de la nación colombiana.

#### **3.4.1.3 Institucionalización de la cultura de la investigación**

El preguntar en común y el mantener las preguntas esenciales para formar el espíritu científico de todos los universitarios, ampliando los espacios académicos para investigar, supuesto de todo aprendizaje efectivo, debe ser el modo cotidiano del pensar y hacer universitarios, al punto que se tornen esenciales en la cultura de la universidad.

#### **3.4.1.4 Desempeño integral de los docentes**

Como unidades básicas del trabajo universitario, las escuelas deben organizar el trabajo de sus docentes y de sus estudiantes hacia un desarrollo polifuncional (investigación, aprendizaje, atención a la sociedad) e interdisciplinario, trabajando con otras escuelas alrededor de proyectos conjuntos, de tal suerte que la formación de los estudiantes integre esas funciones.

#### **3.4.1.5 Mejoramiento de la calidad y la pertinencia de los programas académicos**

El mejor estado institucional que advendrá para la universidad depende, en la sociedad globalizada, de los esfuerzos que hagamos hoy por el mejoramiento de la calidad y de la pertinencia de los programas académicos en todas las jornadas, sedes, modalidades y niveles académicos, que deben orientarse hacia las maestrías y los doctorados.

#### **3.4.1.6 Estrategias pedagógicas**

Tras una larga tradición pedagógica centrada en la representación del enseñar, hay que empeñar muchos esfuerzos para cambiar la práctica pedagógica, fundándola en el aprender del estudiante. El paradigma pedagógico del aprender supone la dignidad del estudiante, es decir, la confianza en que él puede decidirse a aprender y pensar por sí mismo, sin depender del profesor.

#### **3.4.1.7 Mejoramiento de la eficacia y la eficiencia de las acciones universitarias**

Todas nuestras acciones deben guiarse, permanentemente, por un propósito explícito y por la voluntad de realizarlo eficazmente, de un lado, y del otro, cada acción empeñada debe calcular la mejor eficiencia en la utilización de los recursos disponibles.

#### **3.4.1.8 Crecimiento de la universidad**

La universidad se propone crecer en programas de pregrado y elevar su nivel hasta los doctorados.

#### **3.4.1.9 Estrategias culturales**

Conservar el patrimonio cultural legado e innovar culturalmente son las dos direcciones de la política cultural de la universidad. Esta doble dirección de nuestras acciones no sólo nos responsabiliza de la innovación, sino del cuidado de las tradiciones del decir bien y del hacer.

#### **3.4.1.10 Internacionalización**

Como comunidad universitaria que contempla los procesos de globalización de las acciones de la sociedad mundial, tenemos que aprender a inscribir nuestras propias acciones en la dimensión internacional.

#### **3.4.1.11 La relación con los egresados**

La universidad reconoce la importancia de mantener vínculos activos y permanentes con sus egresados, como una forma de evaluación y realimentación sobre la vigencia de su proyecto institucional y su pertinencia social.

#### **3.4.1.12 La financiación**

De la capacidad de innovación y gestión en todas y cada una de las unidades académicas y administrativas de la Universidad, dependerá en buena parte la consecución de los recursos que aseguren la viabilidad financiera Institucional.

#### **3.4.2 Plan de desarrollo estratégico de la escuela**

El Plan de Desarrollo de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones 2005 – 2010 es resultado del deseo de la comunidad de la E3T de mantener el rol de liderazgo nacional y ser cada día mejor cumpliendo con su misión de formar profesionales idóneos.

Enfrentar los próximos cinco años con una visión clara de lo que se desea que sea la Escuela y de los proyectos que se requieren para que ese sueño se convierta en realidad, es estar preparados para el futuro y construir el cambio. Una organización que no planifica es una organización que improvisa y en la labor de formación de personas el objetivo es la excelencia.

El proceso de planeación requiere visión, imaginación, perspicacia, sentido social, conocimiento, conciencia de la propia situación y otros valores que acompañan a los integrantes de la comunidad E3T y que se constituyen en su clave de éxito. Sin embargo, para complementar el horizonte al cual se dirige, la Escuela ha tenido

una actitud de apertura a todas las ideas de mejora, no solo por parte de sus miembros sino también del sector productivo y ha hecho partícipes de su proceso de planeación estratégica a reconocidos representantes de empresas como el Grupo Empresarial ISA, la Electrificadora de Santander S.A. – ESSA y TES AMÉRICA ANDINA.

### 3.4.2.1 Principios organizacionales

- **Creencia en la importancia del personal docente:** La E<sup>3</sup>T cree que la calidad de la educación es indispensable para el éxito. Por ello, a través de los años, ha centrado sus esfuerzos en torno a la excelencia en la docencia, buscando siempre un mayor nivel académico, requisito indispensable para el desempeño profesional de los egresados.
- **Responsabilidad:** En cada acción que realiza la E<sup>3</sup>T, busca transmitir este valor por considerar que es una cualidad que se debe tener para lograr óptimos resultados tanto a nivel profesional como a nivel personal. Por esta razón el compromiso, la exigencia y cumplimiento siempre están presentes en E<sup>3</sup>T tanto en las actividades de docencia como de investigación y extensión.
- **Gestión participativa:** El ambiente en el que se desenvuelve la escuela de E<sup>3</sup>T es participativo y abierto, en el que se escucha a cada uno de sus miembros y donde las decisiones se toman en consenso, unificando conceptos enfocados siempre hacia la búsqueda del mejoramiento de la escuela y de sus grupos de referencia (aquellas personas o instituciones con las cuales interactúa la escuela). La gestión participativa es un valor que se vive intensamente en la escuela y hace que sus miembros encuentren un alto sentido de pertenencia.

- **Actitud hacia el cambio:** La práctica de este valor permite que la E<sup>3</sup>T sea dinámica y busca permanentemente ofrecer lo mejor de sí. Por consiguiente, la innovación en los programas académicos y en las técnicas de docencia e investigación han permitido un avance significativo en la formación de los estudiantes acorde con las necesidades del entorno.
- **Respeto por las personas:** La E<sup>3</sup>T se entiende así misma como una comunidad de personas unidas por objetivos comunes, lo cual impone derechos recíprocos y tolerancia cuando en los tópicos que son discutidos no se llega a un acuerdo. Se permite libertad de pensamiento a todos sus miembros y se respetan sus ideas.

#### **3.4.2.2 Objetivos de la organización**

- Formar Ingenieros Electricistas y Electrónicos con una sólida fundamentación tanto científica como humanística, que les permita ser agentes activos en la sociedad, con alta capacidad de crítica.
- Promover el desarrollo de la planta de personal docente en el campo humanístico, ético y profesional, para que aporten su competencia a la formación de estudiantes y hagan frente a los requerimientos y problemas del desarrollo regional y nacional.
- Fortalecer las carreras de pregrado y postgrado para que la investigación y el desarrollo de tecnología sean un instrumento de soporte para el desarrollo de la escuela, de la sociedad y del medio con el que interactúa.
- Promover la investigación en todas las ramas que competen a la E<sup>3</sup>T.

- Dotar a la escuela de la infraestructura física, equipos e instrumentos y medios didácticos adecuados, que permitan el buen desempeño de todas las personas vinculadas a ella.
- Consolidar el ejercicio de la extensión para participar en el progreso y mejoramiento de calidad de vida de la sociedad.
- Promover el mejoramiento organizacional, utilizando herramientas de planificación, organización, evaluación y control propuestas por la escuela dentro de los lineamientos de la universidad.
- Generar recursos económicos mediante asesorías que permitan cubrir las inversiones y gastos menores de la escuela.

#### **3.4.2.3 Propósitos de formación**

A través del proceso de formación se pretende preparar profesionales íntegros y comprometidos con su mejoramiento continuo; con mente abierta a los cambios científicos y tecnológicos; con valores de solidaridad, compromiso con el trabajo, responsabilidad, ética, creatividad, tolerancia y cuidado del medio ambiente, y con la firme convicción que su participación en el desarrollo cognitivo representa una experiencia satisfactoria.

Por tanto, se busca formar un ingeniero que reviva los valores universales, fundamentados en el respeto al entorno y a sus semejantes, con capacidad para trabajar en equipo, que responda de una forma ética y eficiente en sus labores, y consciente de la importancia de las actividades culturales y deportivas como elemento esencial para el crecimiento personal.

Asimismo, es propósito de la E<sup>3</sup>T formar profesionales analíticos, innovadores y con capacidad investigadora, que con base en conocimientos científicos y tecnológicos puedan adaptarse rápidamente a los cambios que imponga la sociedad e incluso puedan propiciar dichos cambios.

Específicamente, en el área de la ingeniería eléctrica se busca formar ingenieros capaces de desempeñar funciones de planeación, diseño, construcción, montaje, mantenimiento, operación y control de Sistemas Eléctricos, en cualquiera de las etapas involucradas en el proceso de abastecimiento de la demanda de energía eléctrica: generación, transporte, distribución, comercialización, regulación, consumo y asesoría técnica al usuario; propiciando el suministro o el consumo de energía eléctrica de forma segura, eficiente y económica y procurando la preservación del medio ambiente, así como el desarrollo socioeconómico de la región y el país.

## CAPÍTULO IV

### 4. PAUTAS PARA EL DISEÑO DE LA ESTRATEGIA TECNOLÓGICA

En este capítulo se define la base para el diseño de la estrategia tecnológica, está constituido por tres fases fundamentales del diagrama de flujo mostrado en la figura 7 de este libro. Las fases son la cinco, seis y siete; La fase cinco define el inventario tecnológico, con el cual, desarrollaremos la cadena de valor para el laboratorio de mediciones eléctricas, en esta cadena se define dos tipos de actividades, las primarias que a su vez están divididas es subprocesos y las de apoyo.

En esta fase también está incluida la vigilancia tecnológica realizada a nivel local, nacional e internacional en diferentes universidades, por último se encuentra la prospectiva tecnológica, en ella se visualiza el posible futuro del laboratorio gracias a la opinión de docentes expertos encuestados. Finalmente se planteará los niveles tecnológicos de los diferentes subprocesos de las actividades primarias de la cadena de valor del laboratorio y así evaluarlos para encontrar el nivel tecnológico en el que se encuentra el laboratorio de mediciones eléctricas.

En la fase seis se presentan las posibles amenazas y oportunidades del laboratorio de mediciones eléctricas, fundamentadas mediante la encuesta del método de la matriz DOFA, realizada a docentes, alumnos de la asignatura y egresados de la E<sup>3</sup>T. En la fase siete se presentan las posibles debilidades y fortalezas encontradas en el laboratorio de mediciones eléctricas por parte de los encuestados en el análisis DOFA.

#### **4.1 FASE 5: PAPEL DE LA GESTIÓN TECNOLÓGICA EN LA ASIGNATURA DE MEDICIONES ELÉCTRICAS**

El papel de la gestión tecnológica en la asignatura de mediciones eléctricas empieza en esta fase, aquí es donde se empieza a gestionar tecnología y conocimiento para la asignatura. En esta fase del diagrama de flujo propuesto, se presenta la cadena de valor donde se determinan los subprocesos de las tres actividades o procesos primarios que la conforman. Para poder determinar estos subprocesos es necesario realizar primero el inventario tecnológico del laboratorio de mediciones eléctricas. A continuación se presenta el inventario tecnológico realizado al laboratorio de mediciones eléctricas de la E<sup>3</sup>T.

#### **4.2 INVENTARIO TECNOLÓGICO DEL LABORATORIO DE MEDICIONES ELÉCTRICAS**

Durante el segundo semestre académico del año 2006 se realizaron algunas prácticas a nivel demostrativo y visitas técnicas a empresas locales. Las practicas y visitas realizadas fueron las siguientes:

##### **Prácticas**

###### **➤ Sistema de puesta a tierra**

Esta práctica se realizó en un terreno abierto de la UIS, se tomaron medidas de la resistividad y resistencia del terreno. Los elementos y equipos requeridos para el buen desarrollo de la práctica fueron los siguientes:

1. Megger electrónico para puestas a tierra.
2. Electrodo o varillas copperweld de 0.5 a 1.5 m y ½ pulgada.
3. Porra.

4. Decámetro.
5. Cables con caimanes.

➤ **Medición de potencia monofásica y trifásica**

Esta practica se realizó en el laboratorio de maquinas eléctricas. Los elementos utilizados para esta práctica fueron:

1. Un Motor.
2. Cargas RL, RC, RLC.
3. Vatímetros.

➤ **Analizador de redes**

Esta práctica se realizó a nivel demostrativo y se llevó a cabo en la subestación de la Universidad Industrial de Santander (UIS).

### **Visitas Técnicas**

- Laboratorio de Metrología del Instituto Colombiano del Petróleo (ICP).
- Laboratorio de genética de la Universidad Industrial de Santander (UIS).
- Laboratorio de medidores de energía de la Electrificadora de Santander (ESSA).

Aunque durante el segundo semestre del 2006 se cubrió en totalidad el programa de mediciones eléctricas en cuanto a la parte teórica no se pudo desarrollar todos los trabajos prácticos de la asignatura por que no se contó con los equipos necesarios para tal fin.

## **Recursos humanos**

Durante el segundo semestre del 2006 para el desarrollo de prácticas y visitas técnicas se contó con el profesor encargado de la asignatura y el asistente técnico del laboratorio de máquinas eléctricas.

## **Infraestructura física**

En la actualidad no se cuenta con un salón específico para este laboratorio, se realizó la práctica de medición de potencia monofásica y trifásica a nivel demostrativo en laboratorio de máquinas eléctricas.

## **Infraestructura logística**

En la actualidad no se cuenta con ningún tipo de hardware para este laboratorio. Se podría pensar en la posibilidad de adaptar un laboratorio provisional de mediciones eléctricas con la nueva tecnología adquirida para el laboratorio de máquinas eléctricas. Para una mayor información sobre los nuevos equipos tecnológicos adquiridos para el laboratorio de máquinas eléctricas se puede remitir al anexo A.

Una vez terminado el inventario tecnológico se puede plantear la cadena de valor, en ésta se encuentran los tres procesos primarios (generalmente llamados actividades primarias de la cadena de valor) del laboratorio de mediciones eléctricas. Adicional a esto, la cadena de valor también está conformada por actividades de apoyo, las cuales como su nombre lo indica son los instrumentos necesarios para el normal desarrollo de los procesos primarios.

### 4.3 LA CADENA DE VALOR

La cadena de valor fue descrita y popularizada por Michael Porter en ella se describe y se categoriza las actividades que producen valor añadido en una determinada organización. Se identifican dos tipos de actividades las primarias y las de apoyo.

Dentro de las actividades primarias encontramos:

➤ **Logística de Entrada**

La logística de entrada se refiere a los insumos de materias primas del sistema que tiene una empresa para agregar valor.

➤ **Operaciones**

Forma la parte central de la cadena de valor, es el punto donde los insumos son transformados en productos.

➤ **Logística de Salida**

Esta actividad se centra en conseguir que el producto llegue a los clientes mediante el almacenamiento, atención de pedidos, transporte y gestión de la distribución.

➤ **Ventas**

Son las actividades asociadas a conseguir compradores que adquieran el producto incluyendo: selección de canal de distribución, publicidad, promoción, ventas, asignación de precios, gestión de ventas minoristas, etc.

Dentro de las actividades de apoyo encontramos:

➤ **La Obtención**

En la obtención se lleva a cabo la consecución de las materias primas, mantenimiento, piezas de repuesto, construcciones, maquinaria, etc.

➤ **Desarrollo de la Tecnología**

Incluye el desarrollo de tecnología para apoyar a las actividades de la cadena de valor. Por ejemplo: Investigación y desarrollo, automatización de procesos, diseño, rediseños.

➤ **Administración de Recursos Humanos**

Son las actividades asociadas a la incorporación, al desarrollo (educación), a la retención y a la remuneración de empleados y de gerentes.

➤ **Infraestructura de la Empresa**

Incluye la gerencia general, la gerencia de planeamiento, las finanzas, la contabilidad, los asuntos públicos, los sistemas de información, la gerencia de la calidad, la asesoría jurídica, etc.

Este modelo de cadena de valor es en general aplicable a cualquier tipo de empresa con modificaciones, por tal razón es adecuado al laboratorio de mediciones eléctricas como lo ilustra la figura 8.

Para definir los procesos ó actividades primarias y las actividades de apoyo de la cadena de valor propuesta, se realizó una encuesta al docente encargado de la asignatura de mediciones eléctricas en el segundo semestre académico del año 2006. Esta encuesta se puede observar en el anexo B.

## CADENA DE VALOR LABORATORIO DE MEDICIONES ELÉCTRICAS

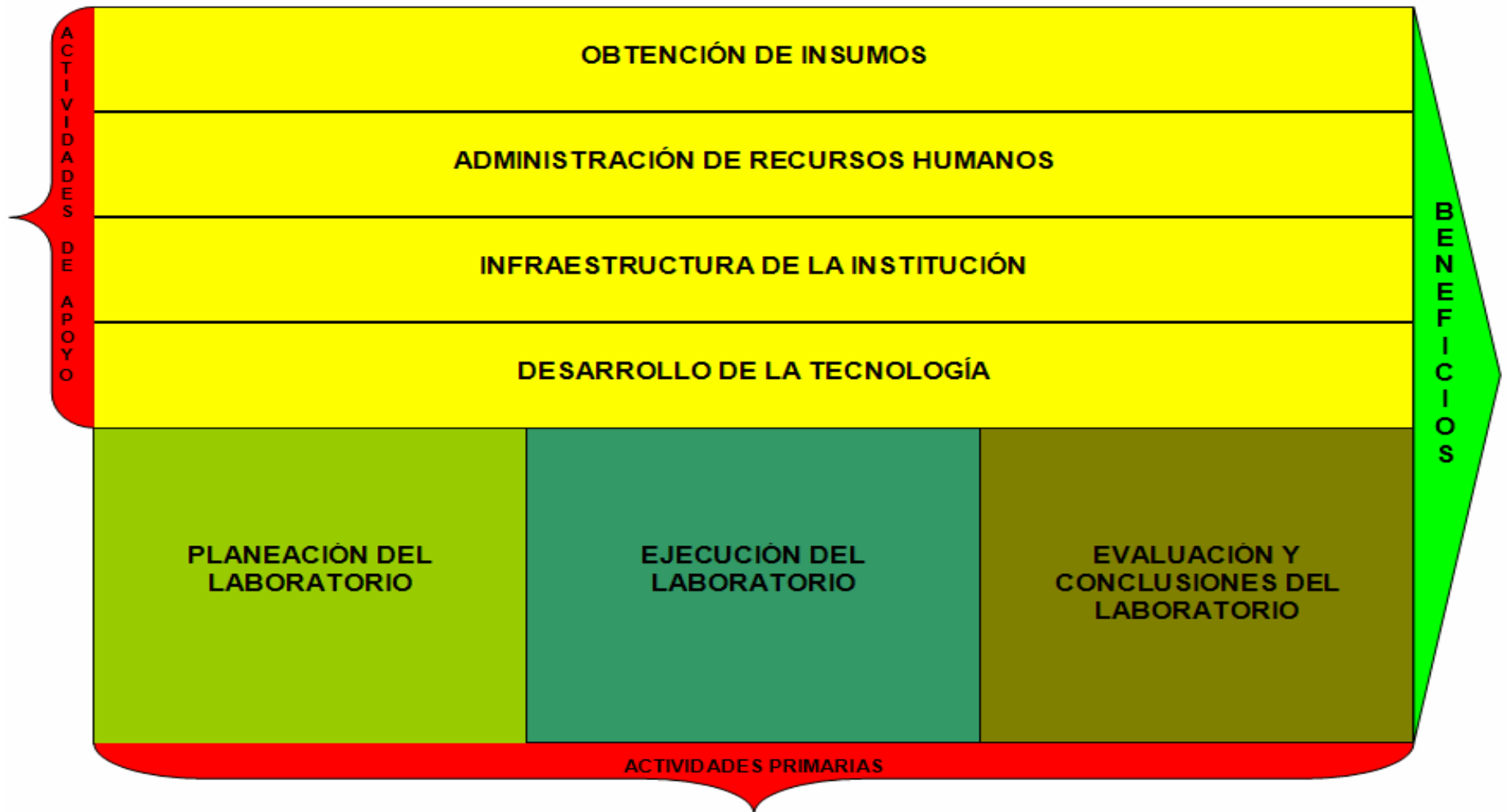


Figura 8: Modelo de Cadena de Valor de Michael Porter, modificada por los autores.

### **4.3.1 Procesos primarios**

#### **1. Planeación del laboratorio**

Para la planeación del laboratorio se llevan a cabo los siguientes subprocesos:

- Modelar y diseñar estrategias pedagógicas a utilizar.
- Elegir contenido temático de la asignatura.
- Diseñar guías de laboratorio.

#### **Modelar y diseñar estrategias pedagógicas a utilizar.**

Descripción de la actividad:

El modelo pedagógico es establecido por el consejo académico en común acuerdo con la comunidad de profesores, estudiantes, directivas y demás servidores de la institución, sobre los principios y la manera de ejecutar el proceso educativo en la Universidad Industrial de Santander. El profesor que dicta la asignatura se encarga de adecuar y ejecutar el modelo de enseñanza establecido por la universidad, no obstante dicho modelo no es un único camino a seguir, por ejemplo en el laboratorio de mediciones eléctricas la metodología se fundamenta en el paradigma de educación constructivista y se desarrolla mediante elementos de aprendizaje cooperativo, orientado principalmente, a la construcción del conocimiento y de esta manera desarrollar las capacidades del estudiante en la construcción de nuevos conceptos.

El modelo pedagógico de la Universidad Industrial de Santander utilizado en el laboratorio de mediciones eléctricas se fundamenta en tres principios: el reconocimiento del otro como persona, capaz de usar su propio entendimiento para la toma de decisiones e interlocutor válido; la construcción del ser, del hacer y del saber y, la articulación Universidad - Sociedad.

Los objetivos pedagógicos en la asignatura de mediciones eléctricas a seguir son los siguientes:

- Construir actitudes positivas hacia este campo del saber.
- Construir habilidades sociales y cognitivas mediante técnicas de aprendizaje colaborativo.
- Construir competencias para la ingeniería.
- Desarrollo de valores científicos y éticos.

Profundización de la actividad:

- El docente encargado de la asignatura de mediciones eléctricas enfoca el método de enseñanza y la teoría de acuerdo a su conocimiento en la línea de investigación.
- Actualmente los docentes de la E<sup>3</sup>T utilizan dos filosofías de trabajo para el desarrollo de prácticas en el laboratorio, la primera consiste en que la práctica va ligada a la teoría todo esto con el fin de afianzar y corroborar los conocimientos adquiridos teóricamente. La segunda filosofía consiste en diseñar una serie de prácticas en un cronograma de actividades independiente de la parte teórica, esta última con el objetivo de que el alumno adquiriera habilidades en el desarrollo del hardware y software.

Actualmente se está trabajando con la primera filosofía descrita mediante la realización de visitas técnicas y prácticas a nivel demostrativo por falta de equipos, donde el estudiante participa como espectador.

- El docente de la asignatura de mediciones eléctricas orienta sus prácticas de enseñanza de acuerdo al modelo pedagógico establecido en el proyecto educativo de la E<sup>3</sup>T el cual plantea la adopción sistemática de prácticas pedagógicas dialógicas, que propicien el aprendizaje significativo en los estudiantes.
- El profesor de la asignatura de mediciones eléctricas al inicio del semestre en base a la libre cátedra planteada en la misión de la escuela presenta su propuesta de metodología de enseñanza a utilizar tanto en la parte teórica como en la práctica ante el consejo académico de la E<sup>3</sup>T, el cual valida si está bajo los límites establecidos en el proyecto educativo.

### **Elegir contenido temático de la asignatura.**

Descripción de la actividad:

Para la escogencia del contenido temático el profesor encargado de la asignatura busca apoyo en los demás maestros de la E<sup>3</sup>T conocedores del tema, al mismo tiempo que se basa en textos académicos relacionados con la disciplina. Luego de escogido el programa de la materia el contenido es presentado a los estudiantes donde se observa detenidamente cada subtema incluido en éste.

Profundización de la actividad:

- De acuerdo al grado de conocimiento y experiencia el profesor de la asignatura de mediciones eléctricas implementa un contenido temático que

utilizará a lo largo del semestre. Actualmente el docente encargado de la asignatura es ingeniero electricista, magíster y doctor.

- La formación profesional del docente encargado de la asignatura de mediciones eléctricas le permite presentar las tendencias actuales al estudiante y así darle una visión para donde vamos, que esta cambiando, como se esta modificando el proceso de mediciones por que al final la estructura básica es la misma en todo el proceso de mediciones, es decir los principios básicos no cambian mucho pero si la forma como se están realizando con la tecnología eso permite un poco desde la óptica profesional analizar estos temas.
- El docente de mediciones eléctricas establece el contenido temático de la asignatura apoyado en herramientas tecnológicas de software (libros y sistemas operativos) y hardware (computador, fax y teléfono).
- El profesor encargado de la asignatura de mediciones eléctricas a través del conocimiento adquirido utiliza fuentes de información (Libros, páginas Web, publicaciones especializadas, contenidos temáticos de otras universidades) para así establecer un contenido temático.
- Las fuentes de información que conoce el profesor tales como libros, Internet básicamente paginas y bases de datos sobre todo IEEE es divulgada a los estudiantes al inicio del curso en el programa de la asignatura de forma escrita y en algunos casos mediante correo electrónico con el objetivo de que estos posean unas buenas referencias bibliográficas.
- El profesor de la asignatura de mediciones eléctricas es autónomo en el manejo del contenido temático de la misma. No obstante el docente aprecia los aportes hechos por expertos en la asignatura.

## **Diseñar guías de laboratorio.**

### Descripción de la actividad:

Una guía de laboratorio es un plan de trabajo diseñado por el profesor encargado de la asignatura de mediciones eléctricas y ejecutado por los estudiantes bajo la supervisión de un laboratorista. En la guía del laboratorio se encuentra los pasos a seguir para el desarrollo de la práctica, al igual que los objetivos de la misma. Para diseñar estas guías de trabajo se tiene en cuenta el contenido temático planteado con anterioridad, esto con el fin de llevar una secuencia de temas que faciliten el aprendizaje del alumno.

### Profundización de la actividad:

- El profesor encargado de la asignatura de mediciones eléctricas utiliza su nivel educativo para diseñar las prácticas de laboratorio, aunque actualmente no existen como tal guías de laboratorio si no solo unos borradores.
- Para el diseño de las guías de laboratorio se utiliza el computador y calculadora como herramientas tecnológicas principales, agregado a ello se utiliza software operativo.
- Como sistemas y medios de información para el diseño de guías de laboratorio de mediciones eléctricas se utiliza la biblioteca, Internet y bases de datos de la IEEE.
- En el diseño de las guías del laboratorio el profesor plantea unos objetivos y metas acordes a la parte teórica del tema a tratar.

## **2. Ejecución del laboratorio**

Para la ejecución del laboratorio se llevan a cabo los siguientes subprocesos:

- Estudiar y comprender la guía de trabajo por parte del alumno.
- Identificar la tecnología a utilizar.
- Desarrollar la práctica.

### **Estudiar y comprender la guía de trabajo por parte del alumno.**

Descripción de la actividad:

El alumno recibí la guía de trabajo al momento de realizar la práctica donde revisa a grandes rasgos del tema a tratar. Para el estudiante es importante revisar los objetivos planteados en la guía de trabajo con el fin de tener una adecuada orientación de lo que se pretende con la práctica.

Profundización de la actividad:

- La comprensión de la guía de trabajo depende del grado de conocimiento e interpretación de cada alumno.
- El técnico posee en teoría un grado de conocimiento mas alto que el del alumno en el tema, por consiguiente, se convierte en un instrumento de apoyo importante para el beneficio del alumno en el laboratorio.
- En el momento de comprender la guía de trabajo se tienen tres referencias diferentes de conocimiento: la del alumno, la del técnico y la del profesor.

## **Identificar la tecnología a utilizar**

Descripción de la actividad:

Para identificar la tecnología el estudiante del laboratorio de mediciones eléctricas se basa en el contenido de la práctica a realizar, es decir, analiza si se implementará un montaje físico en este caso se utilizará tecnología tipo hardware, o si por el contrario utilizará un sistema de simulación se hablará de una tecnología tipo software.

Si la práctica es de tipo hardware se identificarán los diferentes equipos de medida a utilizar a la vez que se define la manera de operarlos. Si por el contrario la práctica es de tipo software el profesor o el laboratorista dará una charla de información para familiarizar al alumno con el programa a utilizar.

Profundización de la actividad:

- El técnico y el profesor utilizan su grado de conocimiento y experiencia para identificar la tecnología apropiada a utilizar para un buen desarrollo de la práctica.
- El técnico es la persona que más relación directa tiene con la tecnología existente en el laboratorio, de igual manera es el encargado de informar al profesor y al alumno que equipos están disponibles o funcionando correctamente dentro del laboratorio.
- Al identificar la tecnología el profesor de mediciones eléctricas es el primer responsable de escoger adecuadamente la tecnología a utilizar, de igual manera es autónomo en esta decisión.

- Son dadas en forma muy general las normas de seguridad industrial a los estudiantes.

### **Desarrollar la práctica.**

#### Descripción de la actividad:

El desarrollo de la práctica se enfoca de acuerdo a los objetivos planteados, ésta se realiza bajo la supervisión del profesor o técnico y se complementa con charlas intermedias al desarrollo de la misma con el fin de centralizar la meta pretendida.

Se realizan prácticas demostrativas para realizar algunas mediciones donde el estudiante no interviene activamente si no como un espectador más.

#### Profundización de la actividad:

- El alumno en el desarrollo de la práctica aplica el conocimiento adquirido en las clases teóricas con el fin de dar desarrollo óptimo a la práctica.
- El técnico y el profesor haciendo uso de su mayor conocimiento en el tema orientan al alumno durante el transcurso de la práctica.
- Las tecnologías utilizadas por el alumno son equipos de medición, programas de simulación, calculadora, libros y computador. Las tecnologías son implementadas depende del tema a desarrollar en la práctica.
- Durante el desarrollo de la práctica el estudiante de la asignatura de mediciones eléctricas aplica las normas de seguridad industrial suministradas por el laboratorista al inicio de la práctica.

- El alumno en el momento de desarrollar la práctica utiliza su habilidad en el manejo de equipos para actuar de manera autónoma en algunos aspectos aunque falta más autonomía, esto se debe a que no se proponen actividades de este tipo.

### **3. Evaluación y conclusiones del laboratorio**

Para la ejecución del laboratorio se llevan a cabo los siguientes subprocesos:

- Socializar los resultados del laboratorio con los compañeros del curso.
- Elaborar y presentar el informe.
- Efectuar la realimentación del laboratorio.

#### **Socializar los resultados del laboratorio con los compañeros del curso.**

Descripción de la actividad:

La socialización de los resultados de las prácticas y visitas técnicas se hace de forma muy general en el momento en que se terminan ya en el salón de clase se profundiza por medio de una discusión.

Profundización de la actividad:

- El grado de conocimiento de cada alumno juega un papel importante a la hora de socializar los resultados.

- El profesor aporta sus conocimientos de ingeniero, magíster y doctor en pro de un buen desenvolvimiento de la socialización.
- La tecnología utilizada es el hardware como el tablero específicamente y de humanware como las habilidades y destrezas que poseen tanto alumno como profesor a la hora de exponer los eventos llevados a cabo en la práctica.
- El ambiente de trabajo en la socialización de la práctica del laboratorio es ameno, es decir, los alumnos expresan sus ideas libremente.
- Las tecnologías utilizadas son diversas puesto están presentes en la industria y la utilizada en las practicas.

### **Elaborar y presentar el informe.**

Descripción de la actividad:

El informe es realizado por los alumnos al término de una semana de haber desarrollado la práctica generalmente. Para presentar el informe se utilizan tecnologías como calculadoras, computadores, programas de software, páginas de Internet y se recurre a libros relacionados con las mediciones eléctricas al igual que a los apuntes de clase. Si en la práctica se utilizó tecnología de software es necesario anexar al informe el resultado de las simulaciones realizadas al respecto.

Como parte fundamental del informe escrito se encuentra el aporte de los alumnos en cuanto a opiniones y conclusiones.

Profundización de la actividad:

- El conocimiento para realizar el informe depende exclusivamente del alumno ya que en este proceso el profesor no interviene directamente en la elaboración del mismo.
- El alumno de la asignatura de mediciones eléctricas de la E<sup>3</sup>T utiliza los conocimientos adquiridos durante la práctica así como todos aquellos adquiridos previamente en las clases teóricas para la elaboración del informe.
- Para elaborar el informe el estudiante utiliza tecnología como son el computador, calculadora, Internet, libros, apuntes, programas de simulación, software de edición, entre otros.
- El estudiante durante el semestre crea una base de datos donde archiva todos los informes que ha presentado en las diferentes prácticas del laboratorio de mediciones eléctricas.

### **Efectuar la realimentación del laboratorio.**

Descripción de la actividad:

La realimentación de las prácticas del laboratorio se realiza luego de entregar el informe y ser calificado por parte del profesor y el laboratorista, el fin de la realimentación es corregir los errores obtenidos en la realización de la práctica y elaboración del informe para evitar en un futuro volver a cometer los mismos. La realimentación no se realiza, todo se trata de abarcar en el proceso de socialización de los resultados.

### **4.3.2 Actividades de apoyo**

#### **1. Obtención de insumos**

La división de mantenimiento tecnológico de la Universidad Industrial de Santander tiene como propósito servir de apoyo a las Unidades Académicas y Administrativas de la Universidad en los procesos de adquisición de equipos, su instalación, operación y mantenimiento preventivo y reparativo, a fin de garantizar la continuidad en la prestación de los servicios, con la mayor calidad y eficiencia a toda la comunidad, y el cumplimiento de sus objetivos.

#### **2. Administración de recursos humanos**

La administración de los recursos humanos en la Universidad Industrial de Santander esta a cargo de la División de Recursos Humanos en la cual su función principal es asesorar, coordinar y apoyar los procesos de selección, inducción, entrenamiento y capacitación de todo el personal de la universidad, velando por el mejoramiento y aprovechamiento del recurso humano existente.

El personal más importante que se encuentra en la Universidad Industrial de Santander son los siguientes:

#### **Rector**

El rector es el representante legal y primera autoridad ejecutiva de la Universidad. Este es designado por el Consejo Superior mediante decisión mayoritaria de sus miembros, para un periodo de tres años y podrá ser reelegido.

### **Secretario general**

El secretario General es nombrado por el rector. Tiene varias funciones entre ellas refrendar con su firma los acuerdos expedidos por los consejo superior y académico que deberán ser suscritos por el respectivo presidente.

### **Vicerrectoría académica**

Dirige el funcionamiento y desarrollo general de las dependencias a su cargo, el cargo de vicerrector académico es de libre nombramiento y remoción.

### **Vicerrectoría administrativa**

La vicerrectoría administrativa tiene como misión específica gerenciar los procesos administrativos de la UIS con el objeto de hacer posible el cumplimiento de la misión, las políticas y los objetivos institucionales. El nombramiento le corresponde al rector con la ratificación del consejo superior.

### **Cuerpo docente**

El cuerpo docente de la Universidad Industrial de Santander está conformado por profesionales comprometidos con la institución, cada facultad cuenta con su propio personal docente, entre ellos se encuentra el director de escuela, coordinador, profesores de planta todos y cada uno de los docentes de la institución que se esfuerza día a día para formar alumnos competitivos.

## **3. Infraestructura de la institución**

La infraestructura de la institución esta conformada por los siguientes departamentos:

## **Planeación**

Es la encargada de la planificación institucional, labor que se realiza en el horizonte de la misión, objetivos y políticas establecidas por el consejo superior, el consejo académico y el rector.

## **División de servicios de información**

Tiene como fin la administración y el desarrollo de la tecnología de la información en los ámbitos académico y administrativo, definiendo las políticas necesarias para la gestión del patrimonio documental y de la infraestructura de servicios informáticos institucionales, garantizando el adecuado uso de los recursos e impulsando la innovación tecnológica de la universidad.

## **Oficina de control disciplinario**

Es una dependencia adscrita a la rectoría, encargada por mandato constitucional, legal y reglamentario de ejercer la potestad disciplinaria al interior de la universidad, es decir, investiga las conductas de los servidores públicos de la universidad que atenten contra los principios de transparencia, moralidad, honestidad, eficacia, diligencia, igualdad e imparcialidad.

## **Evaluación y control de gestión**

Se encarga del control interno, el sistema integrado por el esquema de organización y el conjunto de planes, métodos, principios, normas, procedimientos y mecanismos de verificación y evaluación adoptados por una entidad, con el fin de procurar que todas las actividades, operaciones y actuaciones, así como la administración de la información y los recursos, se realicen de acuerdo con las

normas constitucionales y legales vigentes, dentro de las políticas trazadas por la dirección y en atención a las metas u objetivos previstos.

### **Biblioteca**

Ofrece servicios de información con criterios de calidad para satisfacer las necesidades de los usuarios; apoya la docencia, la investigación y la extensión a través del suministro de información oportuna, utilizando tecnologías apropiadas que estimulen procesos de enseñanza y aprendizaje todo lo anterior con la finalidad de ser un centro integral de información capaz de satisfacer y anticiparse a las necesidades de documentación de la comunidad universitaria, académica e investigativa a nivel regional, nacional e internacional, mediante la prestación de servicios de adquisición, procesamiento, recuperación y diseminación de información con criterios de calidad.

### **División de planta física**

Esta división esta a cargo de un jefe el cual tiene como función principal en mantener la planta física de la universidad en condiciones ambientales y de seguridad que permitan el desarrollo de las actividades académicas y administrativas, además debe responder por la oportuna asesoría y por la eficaz prestación de los servicios de albañilería, plomería, carpintería, soldadura, pintura, jardinería, celaduría, transporte y electricidad.

### **División de bienestar universitario**

La División de Bienestar Universitario de la Universidad Industrial de Santander tiene como propósito promover y contribuir al desarrollo integral de las personas que conforman la Comunidad Universitaria y al mejoramiento de su calidad de vida, mediante la ejecución de un sistema de acciones eficientes y eficaces.

Sustenta su acción en los principios de equidad, responsabilidad, participación, tolerancia, libertad, compromiso y trabajo interdisciplinario.

### **Dirección cultural**

La dirección cultural esta conformada por el grupo de danzas UIS, teatro UIS, macondo y coral UIS, esta dirección se encarga de promover en el estudiante valores culturales y brindarle un espacio de entretenimiento.

## **4. Desarrollo de la tecnología**

El desarrollo de la tecnología en la Universidad Industrial de Santander esta apoyada por los siguientes departamentos:

### **División de publicaciones**

La función de la editorial de la Universidad Industrial de Santander: ediciones universidad industrial de Santander, es servir de medio a través del cual, el conocimiento y la cultura generados por la comunidad académica y por los actores culturales de la región santandereana se constituyen en una realidad tangible y accesible a la sociedad, a través de su producción intelectual editorial, caracterizada por la calidad, veracidad y pertinencia social, de tal manera que sea posible la satisfacción de las necesidades científicas, técnicas, sociales, y culturales de los ciudadanos, y con ello el mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad.

### **Relaciones exteriores**

Es una dependencia asesora de la dirección de la UIS en el establecimiento de programas de intercambio académico, científico, tecnológico y cultural con

entidades gubernamentales y no gubernamentales, a nivel nacional e internacional. De esta dependencia es responsable un director, cargo de libre nombramiento y remoción del rector.

Una vez definida la cadena de valor se realiza la vigilancia tecnológica, en ésta, se investiga universidades locales, nacionales y extranjeras con el ánimo de observar el nivel tecnológico en el que se encuentran.

#### **4.4 VIGILANCIA TECNOLÓGICA**

Como se mencionó anteriormente en la vigilancia tecnológica se pretende analizar la tecnología con la que cuentan los centros de enseñanza de nivel superior.

##### **4.4.1 Contexto local:**

En el caso de las universidades locales se visitaron las siguientes: Universidad Santo Tomas de Aquino, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Universitaria de Santander y la Universidad Pontificia Bolivariana. Agregado a ello se visitó el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) y las Unidades Tecnológicas de Santander.

Se encontró que la única universidad que cuenta en su plan de estudios con la asignatura de mediciones eléctricas es la Universitaria de Santander (UDES), la diferencia radica en que esta última enfoca su asignatura a la parte electrónica mientras que en la Universidad Industrial de Santander la materia está dirigida a ingeniería eléctrica, esto se debe en cierta forma a que en el departamento de Santander la única universidad que ofrece el programa de ingeniería eléctrica es la UIS.

En las unidades tecnológicas de Santander (UTS), en la tecnología en electricidad y telefonía ofrecen la asignatura de mediciones eléctricas en el tercer semestre académico.

La asignatura se divide en dos secciones, teórica y práctica, el laboratorio de mediciones eléctricas cuenta con bancos de trabajo para tres estudiantes cada uno, estos bancos están conformados por equipos de medida básicos, las prácticas se realizan seguidas de la parte teórica, es decir la fundamentación teórica se complementa con las prácticas de laboratorio realizadas.

En la sede del SENA ubicada en el centro industrial de Girón no cuentan con una asignatura de mediciones eléctricas, poseen un laboratorio de metrología donde además de analizar los diferentes tipos de medidas que se utilizan en la industria se estudian las clases de medidas existentes en el sector eléctrico. Cuentan con equipos de medida básicos como ohmetros, vatímetros, multímetros, amperímetros, etc.

Es importante anotar que de forma genérica en los centros de enseñanza y universidades visitadas la materia de mediciones eléctricas no se incluye en el pénsum académico, lo que hacen estas instituciones académicas es enseñar al alumno sobre las mediciones eléctricas tanto analógicas como digitales a través de los laboratorios o prácticas de otras asignaturas.

Para tener un punto de vista más didáctico se presenta la figura número 9, en donde se muestra el porcentaje de existencia de la asignatura de mediciones eléctricas en el contexto local.



**Figura 9: Existencia de las asignaturas de mediciones eléctricas en las universidades locales consultadas.**

#### **4.4.2 Contexto nacional:**

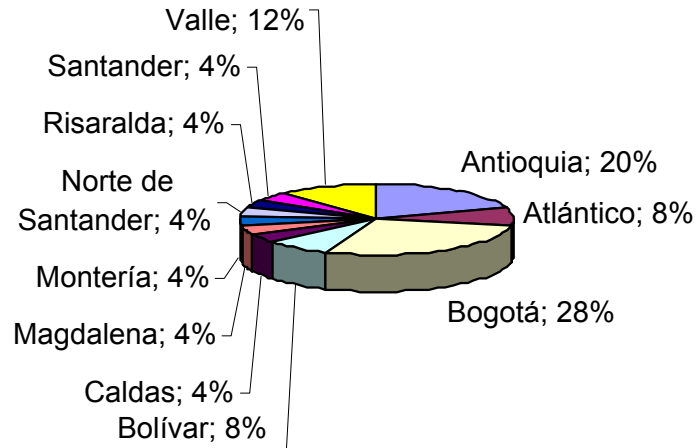
En Colombia existen 25 programas académicos de ingeniería eléctrica, En la tabla 1 se presenta la ubicación de las universidades que ofrecen esta carrera dependiendo el departamento al que pertenecen.

Departamento	Número de Programas de Ingeniería Eléctrica
Antioquia	5
Atlántico	2
Bogotá	7
Bolívar	2
Caldas	1
Magdalena	1
Montería	1
Norte de Santander	1
Risaralda	1
Santander	1
Valle	3
<b>Total</b>	<b>25</b>

**Tabla 1: Ubicación por departamentos de las universidades que ofrecen Ingeniería Eléctrica en Colombia**

La gráfica correspondiente a la tabla número 1, se presenta a continuación, en la figura 10 se observa que es en la ciudad de Bogotá en donde se encuentra el mayor número de universidades que ofrecen la carrera de ingeniería eléctrica.

## Contexto nacional de programas académicos de Ingeniería Eléctrica



**Figura 10: Contexto nacional de programas académicos de Ingeniería Eléctrica según la ubicación geográfica de las universidades**

A nivel nacional se eligió un tamaño de muestra de 5 universidades, el tipo de muestreo escogido es el muestreo simple, es decir, se analizó una parte de la totalidad de universidades nacionales que ofrecen el programa de ingeniería eléctrica, los elementos de la muestra fueron escogidos bajo dos criterios: Se escogieron, a nuestro juicio, las universidades con mayor reconocimiento y trayectoria a nivel nacional y se quiso abarcar todas las regiones del país.

## UNIVERSIDAD NACIONAL (BOGOTÁ)



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

Cuenta con una asignatura relacionada a las mediciones eléctricas denominada instrumentación y medidas, se dicta en el octavo semestre de la carrera. Sin embargo el laboratorio de esta asignatura se llama laboratorio de mediciones eléctricas [15].

El laboratorio de mediciones eléctricas del departamento de ingeniería eléctrica y electrónica bajo la dirección del ingeniero Francisco Amortegui, tiene como objeto poseer la capacidad de ejecutar pruebas y ensayos en los que se requiera efectuar mediciones de voltajes, corrientes y resistencias eléctricas, en los siguientes rangos: corrientes, desde microamperios hasta amperios, y voltajes, desde microvoltios hasta un kilovoltio. Medidas de representatividad de terrenos y de resistencias de puesta a tierra. Para mayor información de este laboratorio se puede acceder mediante la dirección electrónica del mismo [16].

La carrera de ingeniería eléctrica además de poseer el laboratorio de mediciones eléctricas también cuenta con el laboratorio de metrología el cual tiene como objeto proveer el soporte para desarrollar actividades de investigación relacionadas con la medición, en condiciones controladas de temperatura, humedad, ruido y polvo, de los siguientes parámetros eléctricos: Voltajes, corrientes y resistencias eléctricas. Así mismo permite ofrecer como un servicio ágil a la universidad nacional, a la industria y a particulares la calibración de amperímetros, voltímetros y multímetros analógicos y digitales, en los siguientes rangos: Corrientes, desde microamperios hasta amperios, y voltajes, desde microvoltios hasta un kilovoltio. Los servicios que presta el laboratorio de metrología son de contrastación y calibración de equipos de medición eléctrica [17].

El departamento de ingeniería eléctrica y electrónica de la universidad nacional de Colombia ha creado líneas de investigación relacionadas con las mediciones eléctricas como son la del desarrollo de equipos de medida de campo eléctrico y la línea de investigación de tensiones inducidas.

### **UNIVERSIDAD DE LOS ANDES (BOGOTÁ)**



Esta universidad no cuenta con una asignatura de mediciones eléctricas, sin embargo el departamento de ingeniería eléctrica y electrónica adelantó unos proyectos interesantes para el desarrollo de las prácticas de los laboratorios existentes. Por ejemplo, cuenta con un método denominado repositorio de guías el cual consiste en un sistema que le permite al alumno consultar y actualizar las prácticas de laboratorio del departamento de eléctrica y electrónica en línea. Esto trae muchas ventajas para la comunidad educativa:

El estudiante tiene una vista amena de la guía la cual puede ser consultada en todo momento y de manera oportuna para facilitar su preparación para el trabajo de laboratorio.

El asistente verá facilitada la planeación de sus clases, pues el profesor del curso le enviará una vista en la que no solo incluye sugerencias metodológicas que facilitan su labor docente, sino que le propone algunos temas de repaso que resumen los contenidos que se pretende aplicar.

El profesor verá facilitada su labor de elaboración de guías, pues tendrá la posibilidad de trabajar sobre guías previas las cuales editará en línea.

El administrador de laboratorio tendrá la demanda de equipos y materiales con la suficiente anticipación como para hacer más eficiente su labor de dotación de las diversas prácticas [18].

## UNIVERSIDAD DEL VALLE (CALI)



En la universidad del valle se dicta la asignatura de medidas e instrumentación en el quinto semestre de la carrera [19].

El objetivo general del laboratorio es comprobar los conocimientos adquiridos en el curso, realizando montajes de laboratorio y analizando los resultados obtenidos.

La metodología del laboratorio consiste en entregar previamente guías estructuradas para que el alumno analice los principios teóricos en los que se basará la práctica y en lo posible diseñe con valores apropiados.

En el laboratorio se efectúan los montajes y cableados propuestos en la práctica y se realizan las mediciones solicitadas. Posteriormente el estudiante deberá entregar un informe con los análisis de los resultados obtenidos.

La Universidad del Valle cuenta con un laboratorio de patronamiento de equipo eléctrico, adscrito a la escuela de ingeniería eléctrica y electrónica. Este laboratorio además de estar acreditado, da soporte a la asignatura de medidas eléctricas al igual que ofrece servicios a la industria. Para mayor información sobre este laboratorio remítase al anexo C.

Adicionalmente existe un grupo de investigación en alta tensión (GRALTA) donde enfocan parte de su estudio a las mediciones eléctricas

## UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (MEDELLÍN)



La universidad de Antioquia mediante la carrera de ingeniería eléctrica ofrece la asignatura de medidas eléctricas en el quinto nivel académico. La metodología utilizada consiste en que todas las prácticas están divididas en dos partes. La primera parte pretende mostrar como se puede construir un multitester a partir de un galvanómetro, esta parte involucra medición de voltajes, corrientes y resistencias básicamente y se discute el concepto valor eficaz y valor promedio. La segunda parte involucra mediciones de potencia y energía, como también el uso de transformadores de medida [20].

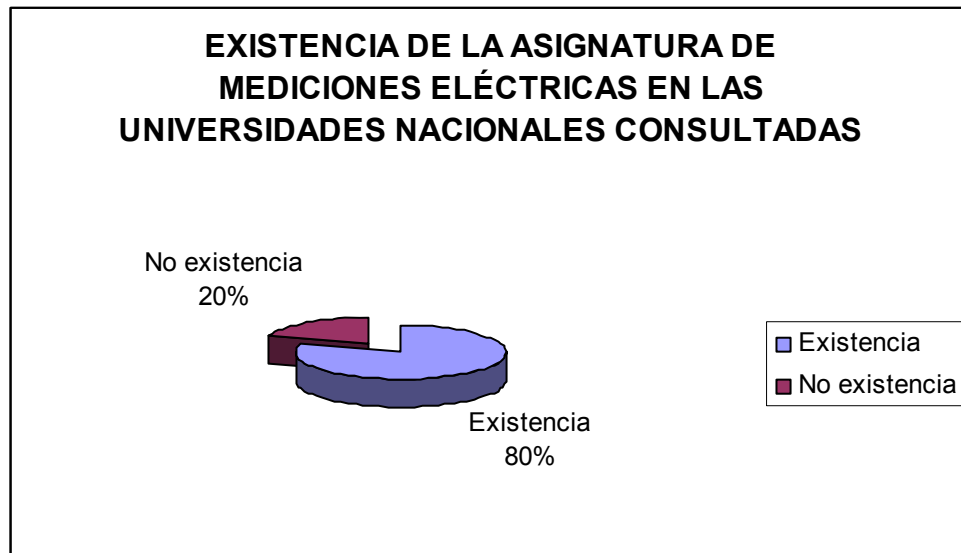
## UNIVERSIDAD DEL NORTE (BARRANQUILLA):



En el séptimo semestre de la carrera de ingeniería eléctrica, la universidad del norte ofrece la asignatura de instalaciones y mediciones eléctricas [21].

Esta universidad cuenta con una extensa lista de universidades extranjeras donde sus alumnos pueden realizar intercambio académico.

Como se puede apreciar, gracias a la consulta realizada, cuatro de las cinco universidades investigadas ofrecen en su pénsum académico la asignatura de mediciones eléctricas. Para visualizar mejor el contexto nacional se muestra la figura 11, en ella se observa las características porcentuales de la existencia de la asignatura de mediciones eléctricas en las universidades colombianas investigadas.



**Figura 11: Existencia de la asignatura de mediciones eléctricas en las universidades nacionales consultadas.**

#### **4.4.3 Contexto internacional**

En el contexto internacional se tomó un tamaño de muestra de cuatro universidades, a continuación se exponen las características de cada una de ellas:

#### **UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR (ARGENTINA)**



En esta universidad se ofrece la asignatura de medidas eléctricas en el séptimo semestre de la carrera de ingeniería electricista, el departamento de ingeniería eléctrica optó por dividir las prácticas de la asignatura en dos laboratorios así [22]:

- Laboratorio de mediciones eléctricas I: La asignatura tiene un desarrollo teórico-práctico sobre conocimientos básicos de instrumentos analógicos y técnicas de medidas, incluyendo la aplicación de teoría de errores. Se describen los instrumentos analógicos de uso actual en el campo de la ingeniería eléctrica, enfatizando las aplicaciones más corrientes. Paralelamente se explican las técnicas de medida de distintas magnitudes eléctricas, magnéticas y no eléctricas, realizando una aplicación práctica inmediata de los conocimientos teóricos adquiridos por medio de trabajos prácticos de laboratorio.
  
- Laboratorio de mediciones eléctricas II: Tiene un desarrollo teórico-práctico sobre conocimientos básicos de instrumentación digital y las técnicas de medidas asociadas. Se introduce al alumno en los sistemas digitales de medida incluyendo visualización y control de las medidas mediante PC. Se replantean las técnicas de medida estudiadas en el laboratorio de mediciones eléctricas I, utilizando ahora instrumentación digital y realizando una aplicación práctica inmediata de los conocimientos teóricos adquiridos por medio de trabajos prácticos de laboratorio.

Algo importante es que la asignatura cuenta con un portal en Internet, en este portal se encuentran las guías prácticas a realizar en el laboratorio, material de ayuda para desarrollar las prácticas, notas evaluativas de los estudiantes de la asignatura, bibliografía, enlaces con páginas de interés para los alumnos, horarios de servicio del laboratorio y todo lo relacionado con el funcionamiento del mismo.

## **INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY (MÉXICO)**



El laboratorio de mediciones eléctricas es el primer laboratorio que reciben los alumnos de las carreras de ingeniería electrónica y telecomunicaciones e ingeniería mecánica electricista, y es la base principal para introducirlos al manejo adecuado y eficiente del equipo que usarán a lo largo de su carrera, así como para realizar prácticas integradoras de las materias teóricas que han visto hasta el momento [23].

Cada uno de los laboratorios está equipado para trabajar con 16 alumnos, cada laboratorio cuenta con 8 gavetas fijas equipadas formando 8 grupos de trabajo. El laboratorio cuenta con dos almacenes así como una sala de manuales para consulta exclusiva de alumnos. Al inicio del semestre, a cada grupo de alumnos se le asigna un locker para uso personal. Esta universidad está implementando el servicio de educación virtual en todas sus facultades.

Para consultar los equipos con que cuenta el departamento de ingeniería eléctrica y el reglamento del laboratorio de mediciones eléctricas se puede remitir al anexo D.

## **UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA (ARGENTINA)**



En esta universidad argentina existe un laboratorio de ensayos y mediciones eléctricas (llamado abreviadamente LEME), Los LEME constituyen un conjunto de laboratorios integrados a efectos de satisfacer una amplia gama de requerimientos del sector energético eléctrico [24].

Está constituido por los laboratorios de:

- Laboratorio de Potencia
  
- Laboratorio de Aislantes
  
- Laboratorio de Impulsos de Corriente
  
- Laboratorio de Mediciones y Contrastes

Está conformado por un núcleo básico de cuatro laboratorios (potencia, aislantes, impulsos de corriente, mediciones eléctricas y contrastes), están estratégicamente ubicados de forma tal de posibilitar la realización de estudios multidisciplinarios que necesiten el apoyo de amplias facilidades en el propio departamento de electricidad y en otros departamentos y facultades, como por ejemplo mecánica y metalurgia, hidráulica, construcciones, agrimensura y ciencias exactas (para estudios químicos).

Por otra parte, conforman sus cuadros, personal de alta especialización y vasta trayectoria en el estudio y ensayo de materiales y dispositivos eléctricos, en la realización de mediciones eléctricas de variada índole y en la confección de estudios, proyectos y especificaciones técnicas para redes y equipos eléctricos de baja, media y alta tensión.

Los LEME cuentan con el equipamiento e instrumental adecuado para llevar a cabo cada una de las actividades desarrolladas en los respectivos laboratorios.

Para observar detenidamente estos equipos, remitirse al anexo número E.

Dichos instrumentos son periódicamente controlados con patrones trazables internacionalmente y se utilizan en ambientes con temperatura, presión y humedad controlada. Esto, en conjunto con la adecuada formación y capacitación del personal interviniente en los laboratorios, garantizan que cada una de las mediciones realizadas sean de plena confianza.

Como se mencionó anteriormente los laboratorios LEME están divididos en cuatro laboratorios a saber:

### **Laboratorio de potencia**

En él se realizan pruebas que requieren potencias instaladas notables (decenas hasta millares de MW), puesto que deben suministrarse elevadas potencias por tiempos que van desde decenas de milisegundos hasta algunos segundos.

Campo de Aplicación: Pruebas de equipamiento eléctrico en general, de baja, media y alta tensión, para verificar su comportamiento en tres estados de funcionamiento típicos:

Funcionamiento con la corriente nominal

Funcionamiento con corrientes de sobrecarga

Funcionamiento con corrientes de cortocircuito

Todo esto sobre fusibles, interruptores, transformadores de potencia y medición, contactores, cables, empalmes y terminales, tableros de media y baja tensión, etc.

### **Laboratorio de aislante**

En él se realizan pruebas sobre materiales aislantes eléctricos sólidos y líquidos, con el fin de contribuir al conocimiento del comportamiento de materiales aislantes durante su vida útil, a fin de establecer criterios para el mantenimiento preventivo y estudiar materiales en el proceso de desarrollo de nuevas tecnologías para el aislamiento eléctrico.

## **Laboratorio de impulsos de corriente**

En el se realizan ensayos y estudios para determinar el comportamiento de equipos eléctricos a corrientes impulsivas. Permite la generación de una amplia variedad de ondas de impulso de corriente (por ejemplo hasta 100kA (4/10) y ondas rectangulares). Dadas las características de la instalación también es posible realizar pruebas de tensión continua hasta 200kV y pruebas de hermeticidad según IRAM 2215.

## **Laboratorio de mediciones y contrastes**

Orientado a la realización de mediciones de alta exactitud, y contraste y calibración de instrumentos eléctricos indicadores.

Campo de Aplicación:

Contrastes en CC hasta 1kV en tensión y 100A en corriente con exactitud hasta  $\pm 0,01\%$ . Contrastes en CA hasta 750V en tensión con error  $< 0,1\%$ , y hasta 1000A en corriente con error  $< 0,045\%$ . Calibración eficiente a gran escala de medidores de energía, monofásicos y trifásicos. Medición de exactitud de resistencias y pequeñas diferencias de potencial en CC. Reparación de instrumentos eléctricos indicadores, construcción de resistencias especiales.

Agregado a lo nombrado anteriormente, el laboratorio LAME ofrece una amplia gama de estudios de temas relacionados con los sistemas de distribución de la energía eléctrica, desarrollo de nuevos equipos, etc., según las necesidades del cliente y en función de los requerimientos que pudiera demandar.

## UNIVERSIDAD DE MÁLAGA (ESPAÑA)



En la universidad de Málaga, UMA, se ofrece una asignatura dedicada a las mediciones eléctricas, se llama electrometría, se da en el segundo cuatrimestre del segundo año académico [25].

Se ha consultado esta universidad gracias a la colaboración del profesor Carmelo Moreno Muñoz, docente titular de la universidad de Málaga y encargado de dictar la asignatura de mediciones eléctricas actualmente, quien muy amablemente nos ha colaborado con la vigilancia tecnológica en esta institución. El profesor Carmelo expresa que la UMA cuenta con un laboratorio autorizado de calibración de aparatos de medidas eléctricas, este laboratorio está separado del laboratorio de la asignatura como tal y además está adscrito a un grupo de investigación.

Sobre el laboratorio de medidas eléctricas de la UMA, el profesor Carmelo expresa lo siguiente: “Nuestro laboratorio de medidas eléctricas presta servicio a varias titulaciones y especialidades. Lo más novedoso que ahora estamos haciendo un grupo de profesores de 3 departamentos diferentes, es un proyecto de innovación educativa enmarcado en la adaptación a las nuevas titulaciones planteadas por la universidad, se trata de un servicio de laboratorio virtual e instrumentación remota, vía Internet. Ahora está en fase de desarrollo, sobre el mes de abril pretendemos hacer pruebas con alumnos reales de algunas asignaturas (desde sus casas) y para Junio-Julio, puede haber tres servidores diferentes con instrumentación electrónica. Hablo de lo último de HP, Tektronix, Nacional Instruments y LabVIEW. Los tres servidores (y los de los futuros departamentos que se adhieran) estarán “colgados” de una página digital dentro del Campus Virtual de nuestra Universidad (<http://www.campusvirtual.cv.uma.es/>). Por supuesto, lo que se va a proponer al alumnado no es un “no hacer las prácticas en el Laboratorio tradicional”, sino complementar la realización de estas prácticas, favorecer otra forma de aprendizaje, dar a conocer una instrumentación, que por cara no tenemos muchas

unidades, rentabilizar lo que ya se tiene (servicio de 24 horas), y muchas cosas más”.

El laboratorio virtual es un lugar de encuentro de la comunidad universitaria de la UMA donde alumnado, profesorado y personal de administración y servicios pueden relacionarse sin que sean coincidentes en el espacio y en el tiempo. Las actividades del Campus Virtual se organizan en base a la plataforma de teleformación moodle, personalizada para la Universidad de Málaga.

La actividad básica del Campus Virtual es el alojamiento de asignaturas de los planes de estudio de las distintas titulaciones que componen la oferta formativa de la UMA. Se requiere un acceso identificado. Tras la identificación, un profesor encontrará la relación de las asignaturas que oficialmente imparte y que estén alojadas en el campus; en cada asignatura dispondrá automáticamente de una lista e información de todos sus alumnos. Por otra parte, cuando un alumno accede, encontrará todas las asignaturas en las que esté oficialmente matriculado.

En el Campus Virtual se presta los servicios de asesoramiento pedagógico, asesoramiento técnico, aula portátil, aulas de informática y videoconferencias entre otros.

## UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (ESPAÑA)



El departamento de ingeniería eléctrica ofrece la asignatura de mediciones eléctricas en la cual está incluido el laboratorio de electrometría, para el normal funcionamiento de la asignatura la universidad dispone de tres profesores y un técnico de laboratorio [26].

La materia de mediciones eléctricas es considerada como básica, por lo tanto, es fundamental en la formación del ingeniero técnico en electricidad.

### **Desarrollo de la docencia:**

La docencia de aula se lleva a cabo por medio de lección magistral apoyada en diferentes recursos didácticos. Se promueve la participación activa de los estudiantes mediante el planteamiento de interrogantes y el estímulo a la aclaración de dudas. La docencia de laboratorio se realiza en pequeños grupos de estudiantes teniendo a cargo un conjunto de instrumentos y equipos que permiten la realización de la práctica propuesta. Las prácticas de laboratorio se consideran indispensables para aprobar la asignatura. Las normas específicas de realización de prácticas se dan a conocer a principio del curso siendo publicadas en el tablón de anuncios del Laboratorio de Electrometría.

En las líneas de investigación se centran en realizar trabajos de desarrollo tecnológico como apoyo a la industria y entidades públicas, a través de la fundación general de la UPM.

Otra línea de investigación es el convenio que tienen con el centro español de metrología (CEM) para el diseño y construcción de equipos de medidas eléctricas

de intercomparación, ó también llamados patrones. Esta línea está dirigida por el profesor Juan José Flores Fernández.

La existencia de la asignatura de mediciones eléctricas en las universidades extranjeras es del 100%, según la vigilancia tecnológica realizada en el contexto internacional. En la figura 12 se presenta la gráfica representativa.



**Figura 12: Existencia de las asignaturas de mediciones eléctricas en las universidades extranjeras consultadas**

#### **4.5 PROSPECTIVA TECNOLÓGICA**

La prospectiva tecnológica se realizó mediante el método de dictamen de expertos, es decir, se eligió docentes con un alto grado de conocimiento acerca de mediciones eléctricas. Este proceso se llevó a cabo de forma individual. A continuación se presenta el formato de la encuesta de prospectiva tecnológica con las respectivas opiniones articuladas de los docentes.

1. ¿Qué actividades cree usted se deben realizar en el laboratorio de mediciones eléctricas de la E<sup>3</sup>T?

El laboratorio de mediciones eléctricas se debe estructurar de manera tal que se puedan realizar las siguientes actividades:

- Desarrollo de prácticas elaboradas por el docente para la asignatura de mediciones eléctricas.
- Calibración de equipos propios de la E<sup>3</sup>T.
- Prestar servicio de calibración de equipos a la industria.
- Servir de soporte tecnológico para las líneas actuales de investigación de la E<sup>3</sup>T.
- Servir de soporte tecnológico para líneas de investigación propias de mediciones eléctricas de la E<sup>3</sup>T.

2. ¿Cuáles son los equipos más importantes que deberían existir en el laboratorio de mediciones eléctricas de la E<sup>3</sup>T?

- Volmetro.
- Ampermetro.
- Ohmetro.
- Watmetro.
- Medidores de impedancia.
- Puentes para medir capacitancias, inductancias y resistencias.
- Equipos generadores de tensión y corriente.
- Equipos para medir parámetros de transformadores.
- Contadores de energía.
- Inyector de formas de ondas para prueba de medidas de energía.
- Equipos patrones.
- Equipo para calibración de medidas de voltaje y corriente.
- Equipo para calibración de medidas de potencia y energía.
- Calibradores de PTS.
- Calibradores de CTS.
- Equipos generadores de temperatura.

3. ¿Qué características considera usted que debe tener la Infraestructura Física del laboratorio de mediciones eléctricas para el buen desarrollo del mismo?

El laboratorio de mediciones eléctricas debe estar en un espacio físico adecuado, con instalaciones para los equipos patrones y de calibración, lo cual implica, estantería como mesas, sillas y demás; condiciones de temperatura, humedad relativa y presión controlables. No debe existir interferencia electromagnética, adicionalmente a esto se debe controlar tanto el acceso de personal como el cumplimiento de normas y estándares internacionales para el manejo de equipos de laboratorio, por último se deben realizar calibraciones periódicas de los equipos.

**4. ¿Qué software cree usted necesita el laboratorio de mediciones eléctricas?**

Existe software de análisis y tratamiento de señales que sería interesante adquirirlos para el laboratorio de mediciones eléctricas, no obstante, con las licencias de software con que cuenta la E<sup>3</sup>T actualmente como spice, matlab y labVIEW se puede trabajar. Se debe tener en cuenta que al comprar equipos digitales éstos vienen con el software incluido.

**5. ¿Qué medidas de seguridad deben ser implementadas en el laboratorio de mediciones eléctricas?**

Las medidas de seguridad que se deben implementar son las establecidas por las normas para laboratorios de este nivel, una forma de realizarlo es revisar todo el tema de seguridad eléctrica mediante la implementación de una asignatura, este tema es de vital importancia y los docentes de ingeniería eléctrica recalcan la falta de su implementación en la E<sup>3</sup>T.

6. ¿En que porcentaje cree usted debe estar presente los componentes que integran la tecnología (software, hardware, humaneware) en el laboratorio de mediciones eléctricas?

Donde, humaneware es el componente humano de la tecnología, está constituido por las competencias, habilidades y destrezas.

Encuestado	Hardware	Software	Humaneware
N° 1	10%	20%	70%
N° 2	30%	30%	40%
N° 3	25%	15%	60%

En la figura 13 se muestra el promedio de los porcentajes dados por los docentes encuestados, como se aprecia el humaneware es el componente mas importante que integra la tecnología.

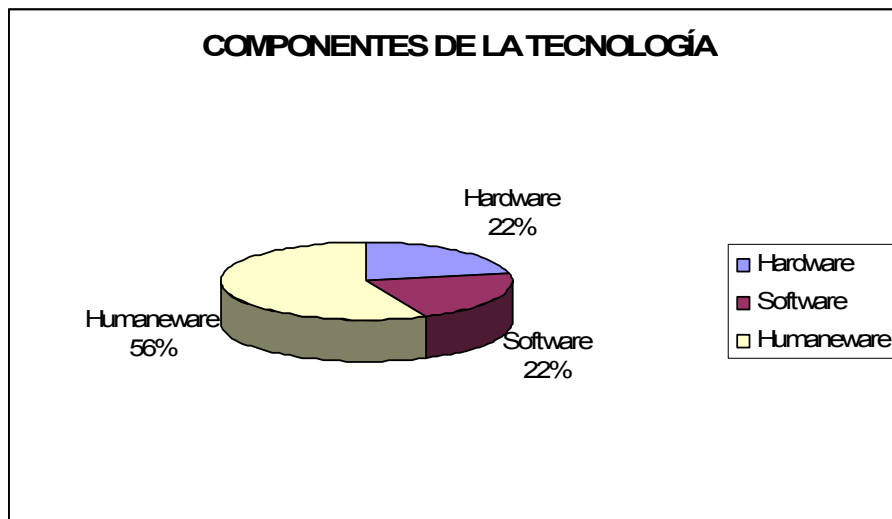


Figura 13: Componentes de la tecnología en el laboratorio de mediciones eléctricas

7. ¿Cuáles son las alternativas que usted propone para el desarrollo de las prácticas del laboratorio de mediciones eléctricas de la E<sup>3</sup>T?

Se deben seleccionar y estructurar bien las prácticas las cuales deben ser concisas e integradoras. A manera de ejemplo: En la medición de variables eléctricas, no es correcto medir en una práctica tensión, corriente y luego en otra potencia, contrario a ello, se debe hacer todo en una sola práctica para que el estudiante asimile de una forma adecuada el conocimiento adquirido.

8. ¿Qué líneas de investigación podrían ser implementadas en el laboratorio de mediciones eléctricas?

Una línea de investigación que se puede implementar en el laboratorio de mediciones eléctricas es la de metrología eléctrica, ésta a su vez se puede dividir en dos ramas:

- **Metrología Científica:** que es la que comprende básicamente la investigación, se encarga de marcar las pautas para establecer los métodos de medición de los equipos y patrones.
- **Metrología Industrial:** la cual comprende todas las actividades de un sistema de gestión de medidas que requieran las industrias para cumplir con los objetivos de calidad y gestión.

Otra línea de investigación puede ser la de desarrollo propio de tecnología

#### **4.6 PLANTEAMIENTO DE LOS NIVELES TECNOLÓGICOS DEL LABORATORIO DE MEDICIONES ELÉCTRICAS DE LA E<sup>3</sup>T**

Luego de realizar el inventario tecnológico existente en el laboratorio de mediciones eléctricas de la E<sup>3</sup>T, se planteó la cadena de valor con sus respectivos procesos primarios y actividades de apoyo. Estos procesos primarios se componen de subprocesos más puntuales en el desarrollo de la práctica del laboratorio de mediciones como tal, una vez definidos estos subprocesos se realizó la vigilancia tecnológica a nivel local, nacional e internacional. Seguidamente se presentó la prospectiva tecnológica, realizada a partir de encuestas formuladas a docentes de la E<sup>3</sup>T expertos en el tema de mediciones eléctricas.

Con toda la información recopilada en los parámetros anteriores se dispone a plantear los niveles tecnológicos de la asignatura de mediciones eléctricas, existen dos tipos de procesos que presentan una caracterización en niveles tecnológicos, estos son los subprocesos de la cadena de valor y los procesos generales de la estructura del laboratorio de mediciones eléctricas. Para comprender mejor los procesos planteados, revisar la figura 14.

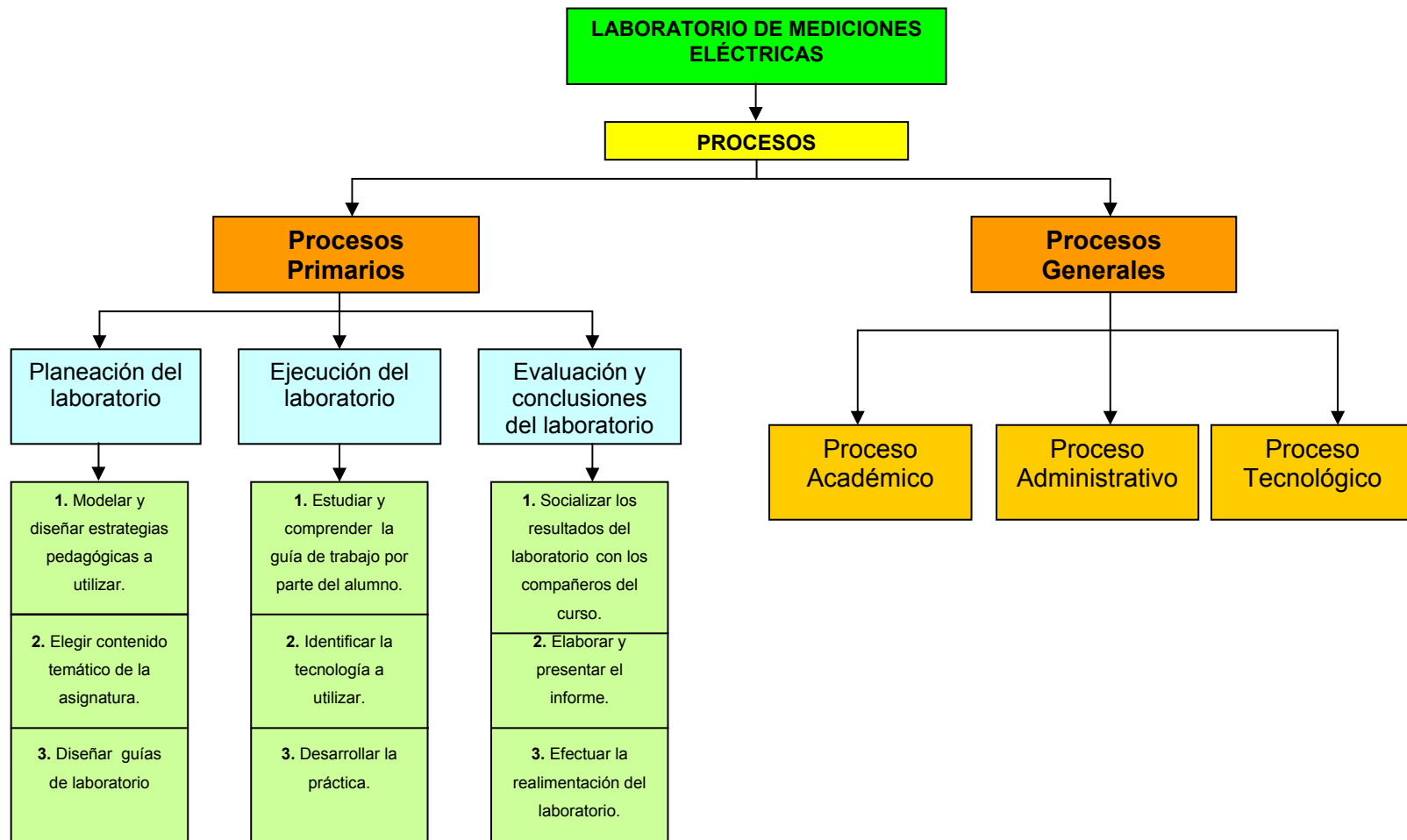


Figura 14: Procesos propuestos por los autores para el laboratorio de mediciones eléctricas

En los niveles tecnológicos se encuentran desde la no existencia del proceso hasta el estado ideal del mismo. Esta parte es fundamental en el diagrama de flujo del modelo de gestión tecnológica planteado, puesto que identificando los niveles tecnológicos de los subprocesos de la cadena de valor se podrá determinar la brecha tecnológica existente en el laboratorio de mediciones eléctricas y de esta manera se podrá diseñar la estrategia tecnológica a implementar.

Para encontrar el nivel tecnológico de cada proceso descrito se encuestó a dos docentes expertos en la asignatura de mediciones eléctricas de la E<sup>3</sup>T quienes además de ubicar el porcentaje de existencia actual de la tecnología en los niveles planteados, opinaron y dieron sus puntos de vista sobre la cantidad porcentual deseada en los niveles de los procesos planteados, con el objetivo, de optimizar el laboratorio de mediciones eléctricas. Las respuestas a estas encuestas por parte de los docentes se encuentran en el anexo F.

### **Descripción de los formatos realizados para encontrar el nivel tecnológico de los procesos del laboratorio de mediciones eléctricas**

Cada proceso está conformado por una serie de niveles tecnológicos, los cuales, presentan un porcentaje de existencia y otro de profundización. El nivel de tecnología divide las opciones posibles de tecnología desde la ausencia y obsolescencia de tecnología o bajo nivel tecnológico (nivel 1) hasta la tecnología de punta (nivel superior).

La franja de existencia es un campo que diligencia el entrevistado y asigna un porcentaje a cada nivel de tecnología según exista dentro del proceso que se esté evaluando. La fila de %Existencia de cada proceso debe sumar 100%.

La franja de profundización se refiere al porcentaje real de utilización de la existencia de cada nivel como tal. La descripción es el nombre del subproceso de la cadena de valor ó del proceso general del laboratorio. La casilla del total ponderado hace referencia al nivel tecnológico real del proceso evaluado, se calcula teniendo en cuenta los porcentajes de existencia y profundización.

A manera de ejemplo sobre como se encuentra el valor total ponderado en los procesos del laboratorio, se presenta uno a continuación:

Descripción	Descripción del Nivel	Nivel de Tecnología				Total Ponderado	
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4		
		Medio	Normal	Alto	Superior		
Elaborar y presentar el informe	Descripción del Nivel	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas elabora el informe de forma manual.	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas elabora el informe mediante la consulta de libros, apuntes de clase, utilización de la calculadora y el computador.	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas elabora el informe de la práctica basándose en la consulta de expertos locales y externos vía Internet y además utilizando programas de simulación.	El estudiante del laboratorio de mediciones eléctricas elabora el informe y enfoca sus resultados hacia posibles utilidades en la industria.	1.76	
		%Existencia	20%	80%			
		%Profundización	90%	70%			

**Tabla 2: Ejemplo de cómo encontrar el valor total ponderado en un subproceso de la cadena de valor**

Como se observa en la tabla anterior la franja de existencia suma el 100%, estos están distribuidos en el 20% del nivel 1 y 80% del nivel 2, con un porcentaje de profundización del 90 y 70 respectivamente.

Antes de encontrar el total ponderado es necesario hallar el nivel actual del proceso, éste se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Nivel actual del proceso} = 20\% \times 1 + 80\% \times 2 = (0.2) \times 1 + (0.8) \times 2 = \mathbf{1.8}$$

Este nivel nos refleja como su nombre lo indica el nivel tecnológico actual del proceso que se está evaluando. Seguidamente se necesita hallar el 100% efectivo, el cual, hace reseña al porcentaje real de referencia.

$$\text{Porcentaje real de referencia} = \% \text{Existencia} \times \% \text{Profundización}$$

$$\begin{aligned} \text{Porcentaje real de referencia} &= 20\% \times 90\% + 80\% \times 70\% = (0.2 \times 0.9) + (0.8 \times 0.7) \\ &= 0.18 + 0.56 = \mathbf{0.74} \end{aligned}$$

Posteriormente se calcula el porcentaje final por cada nivel tecnológico aplicado por el encuestado.

$$\text{Porcentaje final de cada nivel} = \text{Porcentaje real de referencia del nivel} \div \text{Porcentaje total real de referencia de cada nivel}$$

$$\text{Porcentaje final del nivel 1} = 0.18 / 0.74 = \mathbf{0.24}$$

$$\text{Porcentaje final del nivel 2} = 0.56 / 0.74 = \mathbf{0.76}$$

Finalmente el valor real del proceso ó total ponderado se halla sumando los productos de cada valor del nivel por su respectivo porcentaje final del nivel, así:

$$\text{Total ponderado} = 0.24 \times 1 + 0.76 \times 2 = \mathbf{1.76}, \text{ es decir:}$$

$$\text{Nivel real actual del proceso} = \mathbf{1.76}$$

Esto significa que hay una diferencia de 0.04 entre el valor real actual del proceso ó total ponderado (1.76) y el valor del nivel actual del proceso (1.8). Lo que quiere decir esta diferencia es que tanto el nivel 1 como el nivel 2 de este proceso

estudiado, tienen deficiencias en la óptima utilización de la tecnología, la tecnología a la que se hace referencia es de tipo incorporada y desincorporada.

Para tener una mejor idea del ejemplo presentado anteriormente se organizan los cálculos matemáticos en la tabla 3.

	Nivel de tecnología		Totales
	Nivel 1	Nivel 2	
<b>%Existencia</b>	20% = 0.2	80% = 0.8	20% + 80% = 100%
<b>%Profundización</b>	90% = 0.9	70% = 0.7	-
<b>Porcentaje real de referencia</b>	0.2 x 0.9 = 0.18	0.8 x 0.7 = 0.56	0.18 + 0.56 = 0.74
<b>Porcentaje final de cada nivel</b>	0.18 / 0.74 = 0.24	0.56 / 0.74 = 0.76	-
<b>Total ponderado</b>	0.24 x 1 = 0.24	0.76 x 2 = 1.52	0.24 + 1.52 = <b>1.76</b>

**Tabla 3: Resultados del ejemplo sobre cómo encontrar el valor total ponderado en un subproceso de la cadena de valor**

A continuación se presentan las tablas diseñadas para efectuar la encuesta sobre los porcentajes de existencia y profundización de los procesos generales del laboratorio de mediciones eléctricas y de los subprocesos propuestos por los autores:

## PROCESOS GENERALES DEL LABORATORIO DE MEDICIONES ELÉCTRICAS

PROCESO		Nivel de Tecnología						Total Ponderado
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6	
		Bajo	Medio	Normal	Normal alto	Alto	Superior	
PROCESO ACADÉMICO	Descripción del Nivel	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas estudia no para adquirir conocimientos sino para obtener calificaciones que le permitan aprobar la materia.	El alumno estudia por voluntad propia el contenido temático de la asignatura de mediciones eléctricas propuesto por el profesor.	El alumno además de estudiar el contenido temático de la asignatura de mediciones eléctricas, busca, analiza y comprende nuevos temas relacionados con el currículo y así obtener una buena formación profesional.	El estudiante del laboratorio de mediciones eléctricas se inclina por una línea de investigación, la interpreta y realiza aportes a la asignatura.	El estudiante del laboratorio de mediciones eléctricas además de inclinarse por una línea de investigación, interpretarla y realizar aportes a la asignatura, comparte sus conocimientos con estudiantes de otras universidades por medio de un canal informativo.	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas enfoca sus estudios académicos con miras a brindar soluciones a las necesidades de la industria.	
	<b>% Existencia</b>							
	<b>%Profundización</b>							

Tabla 4: Proceso académico del laboratorio de mediciones eléctricas

PROCESO		Nivel de Tecnología						Total Ponderado
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6	
		Bajo	Medio	Normal	Normal alto	Alto	Superior	
PROCESO ADMINISTRATIVO	Descripción del Nivel	La delegación de los cargos no está organizada, es decir, no se cuenta con roles de trabajo.	Cada integrante administrativo del laboratorio conoce sus funciones, depende de un funcionario superior y delega actividades a sus subalternos.	Todos los funcionarios del laboratorio viven en un cambio constante de aptitud y actitud, con miras a aumentar la eficiencia en el trabajo, bajo los esquemas establecidos por las directrices de la E3T.	Cada trabajador aparte de conocer sus funciones básicas, tiene sentido de pertenencia con el laboratorio en pro de cumplir con la misión y la visión de la E3T.	La administración del laboratorio tiene relación permanente con la industria, con el objetivo de ofrecer resultados a las necesidades del sector productivo.	Los directivos administrativos del laboratorio de mediciones eléctricas en unión con los demás funcionarios, centran sus trabajos en crear un centro de investigación y desarrollo, formando de esta manera una relación estrecha entre el sector productivo la universidad y el estado.	
		% Existencia						
		%Profundización						

Tabla 5: Proceso administrativo del laboratorio de mediciones eléctricas

PROCESO		Nivel de Tecnología						Total Ponderado
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6	
		No existencia	Medio	Normal	Normal alto	Alto	Superior	
PROCESO TECNOLÓGICO	Descripción del Nivel	No existe laboratorio propio de mediciones eléctricas, ni se cuenta con tecnología tipo hardware para el desarrollo de prácticas.	Se utiliza laboratorios y tecnologías de otras asignaturas para el desarrollo de prácticas.	Existe el laboratorio de mediciones eléctricas y cuenta con su propio espacio físico y tecnología para el desarrollo de prácticas básicas.	Existe el laboratorio de mediciones eléctricas, dividido en dos secciones, uno básico para el desarrollo de prácticas y otro de calibración para equipos de la E3T.	Existe el laboratorio de mediciones eléctricas, dividido en tres secciones, uno básico para el desarrollo de prácticas, el de calibración para equipos de la E3T y por último el de investigación para el desarrollo propio de tecnología, todo lo anterior en un espacio físico con instalaciones adecuadas y condiciones de temperatura, humedad relativa y presión controlables.	El laboratorio de mediciones presta servicios a la industria en el área de calibración de equipos certificado por la superintendencia de industria y comercio.	
	% Existencia							
	% Profundización							

Tabla 6: Proceso tecnológico del laboratorio de mediciones eléctricas

**SUBPROCESOS DE LA CADENA DE VALOR**  
**PROCESO PRIMARIO: PLANEACIÓN DEL LABORATORIO**

Descripción		Nivel de Tecnología				Total Ponderado	
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4		
		Bajo	Medio	Normal	Alto		
<b>Modelar y diseñar estrategias pedagógicas a utilizar</b>	<b>Descripción del Nivel</b>	El docente realiza el diseño de la estrategia pedagógica solo y lo hace manualmente.	El docente realiza el diseño de la estrategia pedagógica solo y utiliza el computador como herramienta de trabajo.	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas diseña la estrategia pedagógica en colaboración de sus compañeros de trabajo y/o expertos en el tema utilizando el computador como herramienta tecnológica.	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas diseña la estrategia pedagógica utilizando Internet como canal de comunicación con profesores dedicados a la misma asignatura en universidades nacionales y extranjeras.		
		<b>%Existencia</b>					
		<b>%Profundización</b>					

**Tabla 7: Subproceso de la planeación del laboratorio: Modelar y diseñar estrategias pedagógicas a utilizar**

Descripción		Nivel de Tecnología					Total Ponderado
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	
		Bajo	Medio	Normal	Alto	Superior	
Elegir el contenido temático de la asignatura.	Descripción del Nivel	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas escoge el contenido temático de la asignatura de manera autónoma utilizando libros y lo elabora en forma manual.	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas escoge el contenido temático de la asignatura de manera autónoma utilizando libros, revisando contenidos temáticos de otras universidades y lo elabora usando el computador.	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas elige el contenido temático de la asignatura apoyándose en otros docentes de la universidad con experiencia en la asignatura, para ello utiliza el correo electrónico como medio de comunicación.	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas elige el contenido temático de la asignatura apoyándose en expertos de universidades extranjeras con experiencia en la asignatura, para ello utiliza el correo electrónico como medio de comunicación.	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas elige parte del contenido temático de la asignatura apoyándose en ingenieros electricistas egresados de la E3T, los cuales le expresan los temas de importancia en la industria.	
		%Existencia					
		% Profundización					

Tabla 8: Subproceso de la planeación del laboratorio: Elegir el contenido temático de la asignatura

Descripción		Nivel de Tecnología				Total Ponderado
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	
		No existencia	Medio	Normal	Alto	
Diseñar guías de laboratorio	Descripción del Nivel	En el laboratorio de mediciones eléctricas no existen guías de laboratorio.	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas diseña las guías de manera autónoma acorde al contenido temático de la asignatura y lo elabora en forma manual.	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas diseña las guías de manera autónoma acorde al contenido temático de la asignatura y lo elabora usando el computador.	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas diseña las guías teniendo en cuenta universidades extranjeras mediante Internet y las necesidades del sector industrial del país.	
	<b>% Existencia</b>					
	<b>%Profundización</b>					

Tabla 9: Subproceso de la planeación del laboratorio: Diseñar guías de laboratorio

**PROCESO PRIMARIO: EJECUCIÓN DEL LABORATORIO**

Descripción	Descripción del Nivel	Nivel de Tecnología				Total Ponderado
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	
		Medio	Normal	Alto	Superior	
Estudiar y comprender la guía de trabajo por parte del alumno		El docente del laboratorio de mediciones eléctricas orienta al alumno en la comprensión de la guía de trabajo.	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas comprende por si mismo la guía de trabajo utilizando los libros recomendados por el docente de la asignatura.	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas comprende por si mismo la guía de trabajo mediante páginas de Internet relacionadas con el tema.	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas además de comprender por si mismo la guía de trabajo proyecta sus conocimientos a soluciones industriales.	
	<b>%Existencia</b>					
	<b>%Profundización</b>					

**Tabla 10: Subproceso de la ejecución del laboratorio: Estudiar y comprender la guía de trabajo por parte del alumno**

Descripción		Nivel de Tecnología				Total Ponderado
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	
		Medio	Normal	Alto	Superior	
Identificar la tecnología a utilizar	Descripción del Nivel	El docente del laboratorio con el laboratorista de mediciones eléctricas no identifican la tecnología a utilizar.	El docente del laboratorio junto con el laboratorista de mediciones eléctricas identifican la tecnología a utilizar mediante la ayuda de terceros expertos en el tema.	El docente del laboratorio junto con el laboratorista de mediciones eléctricas identifican la tecnología a utilizar basándose en consultas realizadas por ellos.	El docente del laboratorio junto con el laboratorista de mediciones eléctricas identifican la tecnología a utilizar mediante su grado de conocimiento y experiencia.	
		<b>%Existencia</b>				
		<b>%Profundización</b>				

Tabla 11: Subproceso de la ejecución del laboratorio: Identificar la tecnología a utilizar

Descripción		Nivel de Tecnología				Total Ponderado
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	
		Medio	Normal	Alto	Superior	
<b>Desarrollar la práctica</b>	<b>Descripción del Nivel</b>	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas orienta al alumno en el desarrollo de la práctica.	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas desarrolla la guía de trabajo utilizando los libros recomendados por el docente de la asignatura y los apuntes de clase.	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas desarrolla la guía de trabajo utilizando una vía alterna a la planteada por el docente, para esto se documenta a través de Internet.	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas enfoca el desarrollo de la práctica a posibles soluciones de problemas en la industria, para esto se comunica con estudiantes de otros planteles educativos a través de Internet.	
	<b>% Existencia</b>					
	<b>%Profundización</b>					

Tabla 12: Subproceso de la ejecución del laboratorio: Desarrollar la práctica

**PROCESO PRIMARIO: EVALUACIÓN Y CONCLUSIONES DEL LABORATORIO**

Descripción		Nivel de Tecnología				Total Ponderado	
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4		
		No existencia	Medio	Normal	Alto		
Socializar los resultados del laboratorio con los compañeros del curso	Descripción del Nivel	No existe la socialización de resultados en el laboratorio de mediciones eléctricas.	Se realiza la socialización de resultados, donde el profesor del laboratorio de mediciones eléctricas es el eje central o tutor.	En la socialización de resultados intervienen los alumnos, el docente y un ingeniero electricista con experiencia laboral egresado de la E3T, con el objetivo de tener un punto de vista del sector industrial en la práctica de laboratorio realizada.	Además de realizarse la socialización entre los alumnos, el docente, y un ingeniero electricista con experiencia laboral egresado de la E3T, se archivan las propuestas y opiniones de los partícipes en una base de datos la cual podrá ser consultada posteriormente.		
		<b>% Existencia</b>					
		<b>%Profundización</b>					

Tabla 13: Subproceso de la evaluación y conclusiones del laboratorio: Socializar los resultados del laboratorio con los compañeros del curso

Descripción		Nivel de Tecnología				Total Ponderado	
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4		
		Medio	Normal	Alto	Superior		
Elaborar y presentar el informe	Descripción del Nivel	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas elabora el informe de forma manual.	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas elabora el informe mediante la consulta de libros, apuntes de clase, utilización de la calculadora y el computador.	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas elabora el informe de la práctica basándose en la consulta de expertos locales y externos vía Internet y además utilizando programas de simulación.	El estudiante del laboratorio de mediciones eléctricas elabora y presenta el informe y enfoca sus resultados hacia posibles utilidades en la industria.		
		%Existencia					
		%Profundización					

Tabla 14: Subproceso de la evaluación y conclusiones del laboratorio: Elaborar y presentar el informe

Descripción		Nivel de Tecnología					Total Ponderado
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	
		No existencia	Medio	Normal	Alto	Superior	
Efectuar la realimentación del laboratorio	Descripción del Nivel	En el laboratorio de mediciones eléctricas no se efectúa realimentación de las prácticas.	La realimentación de las prácticas del laboratorio se realiza entre el profesor, el laboratorista y el alumno una vez entregado el informe final de cada práctica.	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas después de haber realizado la realimentación hace aportes importantes tanto al laboratorio como a las industrias visitadas.	La realimentación de las prácticas del laboratorio de mediciones eléctricas se realiza mediante un portal del profesor donde los estudiantes registran sus opiniones.	La realimentación de las prácticas del laboratorio de mediciones eléctricas se realiza a través de un laboratorio virtual en el cual participan tanto estudiantes, docentes, egresados y personal administrativo, en este laboratorio virtual los participantes tienen la oportunidad de interactuar en línea.	
		%Existencia					
		%Profundización					

Tabla 15: Subproceso de la evaluación y conclusiones del laboratorio: Efectuar la realimentación del laboratorio

#### **4.7 DETERMINACIÓN DE LA BRECHA TECNOLÓGICA**

La brecha tecnológica en una organización es la diferencia entre la tecnología existente y la deseada. Esta tecnología puede ser de tipo software, hardware o humaneware.

Para poder determinar la brecha tecnológica existente en el laboratorio de mediciones eléctricas es necesario comparar dos valores en cada proceso estudiado: el total ponderado y el esperado. Hay que recordar que estas cantidades fueron propuestas por los docentes de la E<sup>3</sup>T más relacionados con la asignatura de mediciones eléctricas durante el segundo semestre del año académico 2006. Una manera diferente de entender el concepto de la brecha tecnológica es la representación observando la figura 15.

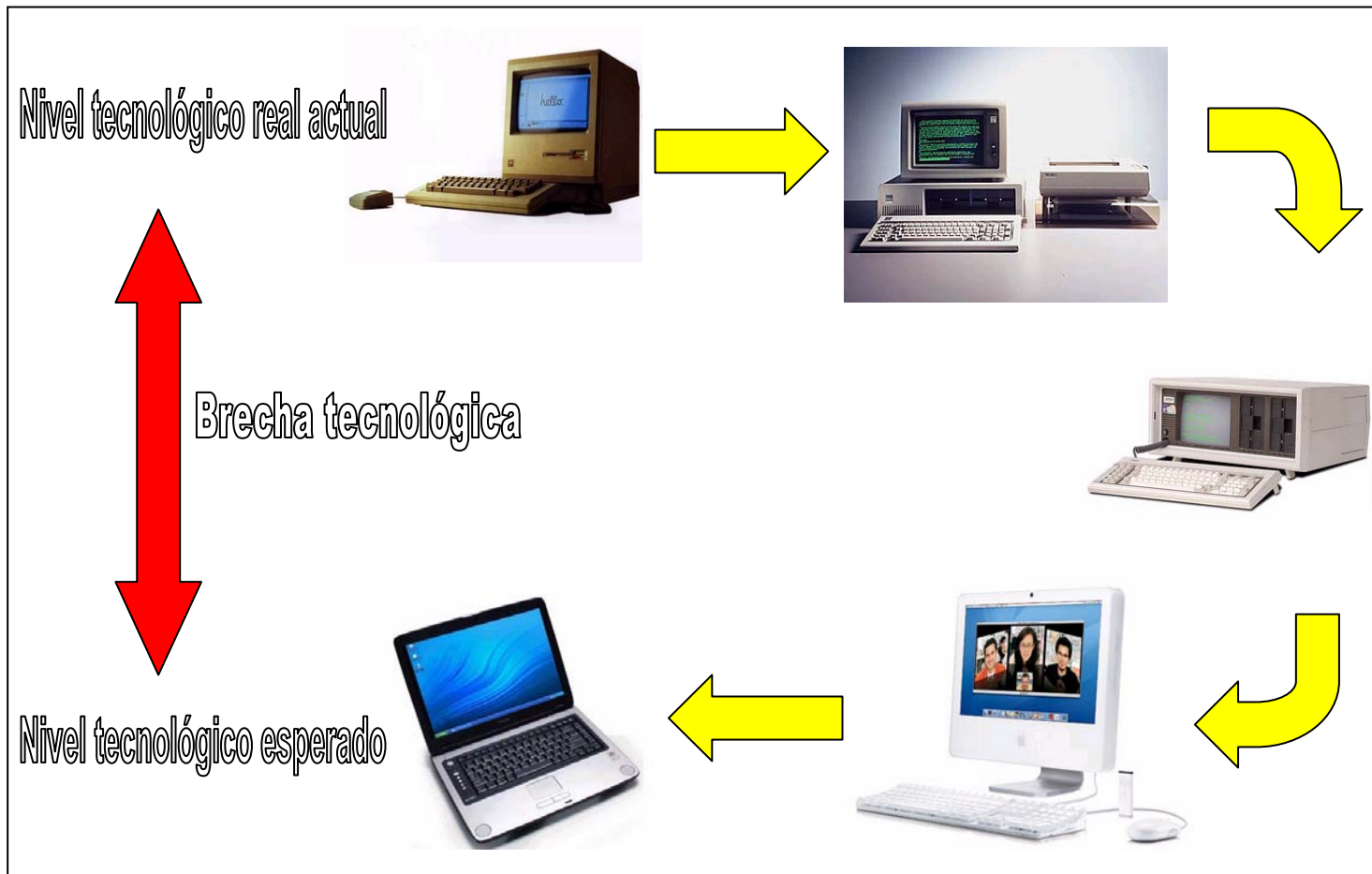


Figura 15: Representación gráfica del significado de brecha tecnológica

#### **4.8 FASE 6: AMENAZAS Y OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS**

Antes de entrar en materia en el tema de amenazas y oportunidades es necesario explicar el por qué de estas postulaciones. En la fase anterior, la número cinco, se presenta el inventario tecnológico, la vigilancia tecnológica y la prospectiva tecnológica, es decir, se plasmó la situación actual del laboratorio de mediciones eléctricas y se visualizó posibles cambios que debieran existir en el mismo.

En las fases seis y siete se estudia el laboratorio de la asignatura de mediciones eléctricas utilizando el análisis de matriz DOFA, este análisis se explicó en el capítulo II del cual se dijo que es un método para desarrollar la estrategia tecnológica.

Ahora sí se explica la fase seis y los objetivos de la misma: cuando se detectan con anterioridad las amenazas éstas se pueden transformar en oportunidades. La finalidad de esta fase es determinar las oportunidades y amenazas que existen en el entorno local y exterior al laboratorio de mediciones eléctricas.

Las oportunidades y amenazas se refieren al entorno, a lo que el laboratorio de mediciones eléctricas no maneja, situación económica del país, cambio continuo de tecnología, nuevos equipos desarrollados por parte de fabricantes, nuevas necesidades por parte del sector industrial, en definitiva todos los aspectos que suceden en el entorno pero que de una u otra forma influyen en el laboratorio de mediciones eléctricas.

Para analizar y detectar las posibles amenazas y oportunidades del laboratorio de mediciones eléctricas se elaboró una encuesta como soporte al desarrollo de la matriz, en esta encuesta también se indagó sobre las fortalezas y debilidades, temas que conforman el análisis de la matriz DOFA pero que se presentan en la próxima fase, es decir la número siete.

La encuesta se le realizó a docentes, ingenieros electricistas egresados que actualmente laboran en la Electrificadora de Santander ESSA y por supuesto a los alumnos de la asignatura de mediciones eléctricas. En la tabla 16 se muestra la relación de las doce personas encuestadas dependiendo de su relación con el laboratorio.

RELACIÓN DEL ENCUESTADO CON EL LABORATORIO DE MEDICIONES ELÉCTRICAS	NÚMERO DE PERSONAS ENCUESTADAS
Docentes de la E <sup>3</sup> T	4
Ingenieros Electricistas egresados de la UIS y que actualmente trabajan en la Electrificadora de Santander ESSA S.A. E.S.P	4
Alumnos que cursaron la asignatura de mediciones eléctricas en el segundo semestre académico del año 2006	4

**Tabla 16: Personas encuestadas para realizar la matriz DOFA**

El tipo de preguntas utilizadas en la matriz DOFA es de tipo híbrida, en otras palabras, con única respuesta pero con un soporte de clarificación de la misma.

A continuación se presenta el formato de la encuesta realizada para determinar las amenazas y oportunidades:

NÚMERO DE ÍTEM	AMENAZAS	ACUERDO	NO TOTALMENTE DE ACUERDO	DESACUERDO
1	Bajo presupuesto destinado para la educación pública por parte del gobierno			
2	Altos costos de las licencias de software			
3	La tecnología evoluciona rápidamente			
4	Costos elevados en equipos utilizados en el laboratorio			
5	Insuficiencia en el recurso de personal académico para la ejecución de investigación y extensión de la asignatura de mediciones eléctricas			

**Tabla 17: Formato de encuesta sobre amenazas tecnológicas del laboratorio de mediciones eléctricas**

NÚMERO DE ÍTEM	OPORTUNIDADES	ACUERDO	NO TOTALMENTE DE ACUERDO	DESACUERDO
1	En la asignatura de mediciones eléctricas se puede desarrollar nuevas prácticas de laboratorio o mejorar las actuales para resolver problemas industriales			
2	La situación económica del país puede mejorar en los próximos años			
3	En el laboratorio de mediciones eléctricas se puede desarrollar o adquirir nuevas tecnologías			
4	El laboratorio de mediciones eléctricas se puede beneficiar gracias a la cooperación internacional			
5	Se puede buscar convenios interinstitucionales que beneficien el desarrollo educativo de los estudiantes de mediciones eléctricas			

6	Las directivas de la Universidad Industrial de Santander puede facilitar a los estudiantes de mediciones eléctricas más oportunidades de trabajo interno de investigación			
7	Integrar las asignaturas de mediciones eléctricas de diferentes universidades para compartir fortalezas			

**Tabla 18: Formato de encuesta sobre oportunidades tecnológicas del laboratorio de mediciones eléctricas**

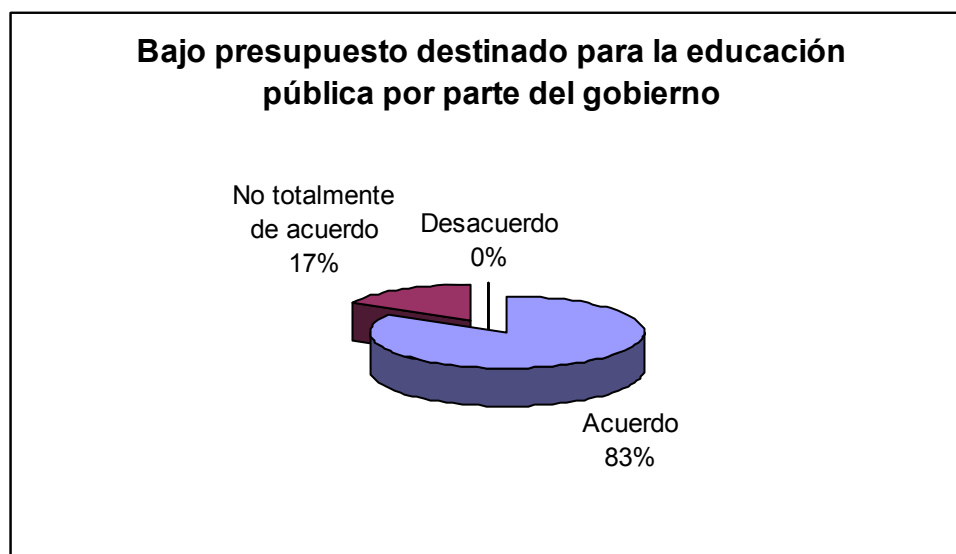
Para ser mas específicos se realizan unas tablas y unas gráficas donde se muestra el porcentaje de las respuestas de los encuestados tanto con las amenazas como con las oportunidades.

Respecto a las cinco preguntas ó ítems realizados para las amenazas tecnológicas se tienen los siguientes resultados de las doce personas encuestadas:

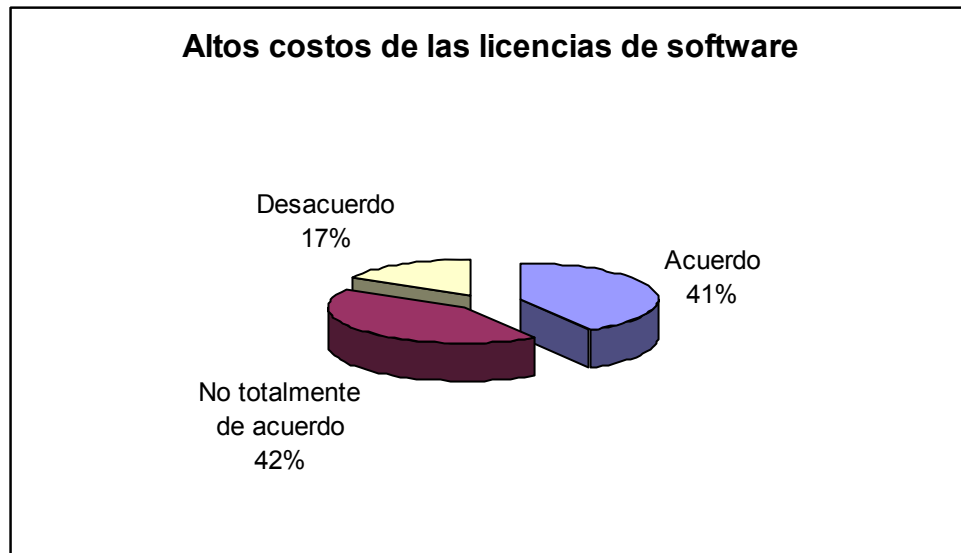
NÚMERO DE ÍTEM	ACUERDO	NO TOTALMENTE DE ACUERDO	DESACUERDO
1	10	2	0
2	5	5	2
3	8	3	1
4	9	2	1
5	5	3	4

**Tabla 19: Respuestas de los encuestados respecto a las amenazas tecnológicas del laboratorio de mediciones eléctricas**

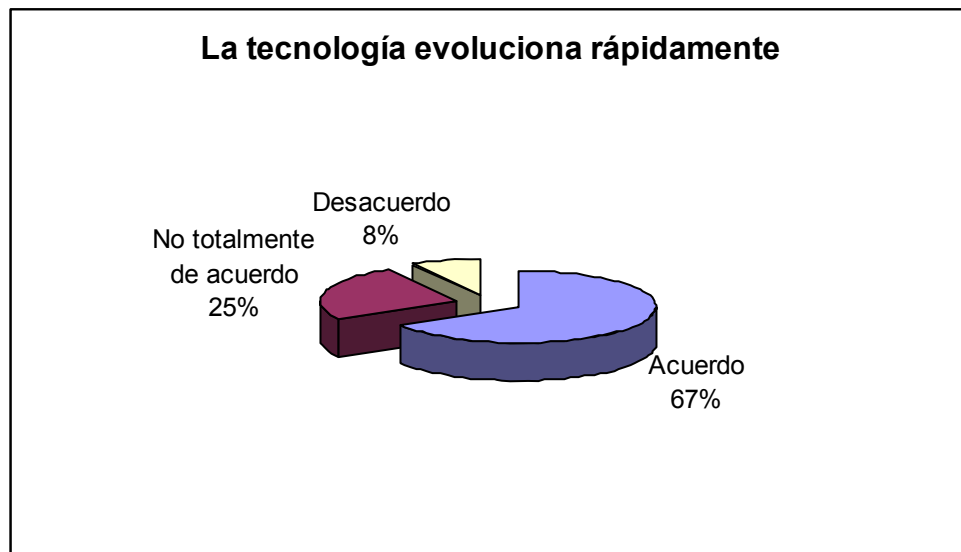
Cada pregunta ó ítem arroja una respectiva gráfica en la cual se observa los porcentajes de las tres posibles respuestas de acuerdo al criterio de cada uno de los doce encuestados, a continuación se presentan las diferentes figuras de las cinco posibles amenazas para el laboratorio de mediciones eléctricas:



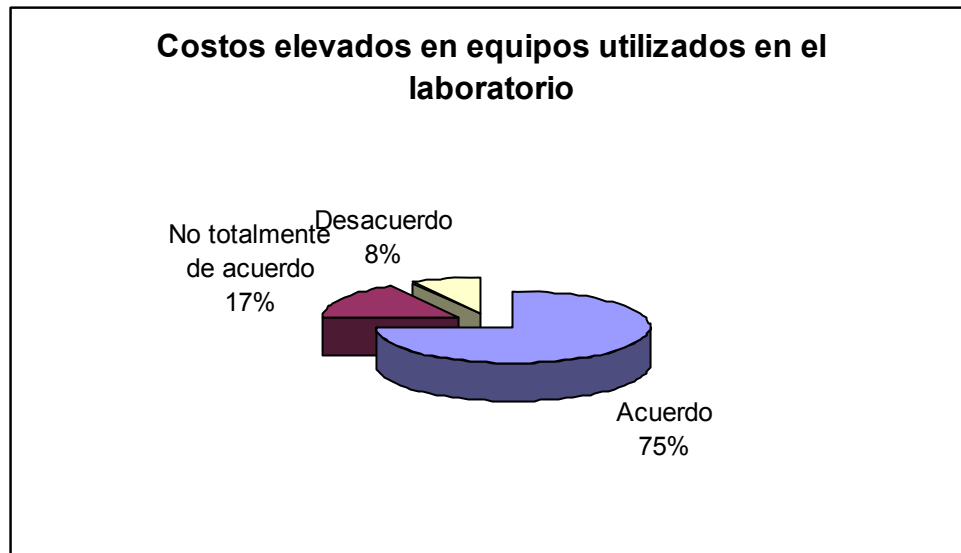
**Figura 16: Amenaza número 1 del laboratorio de mediciones eléctricas**



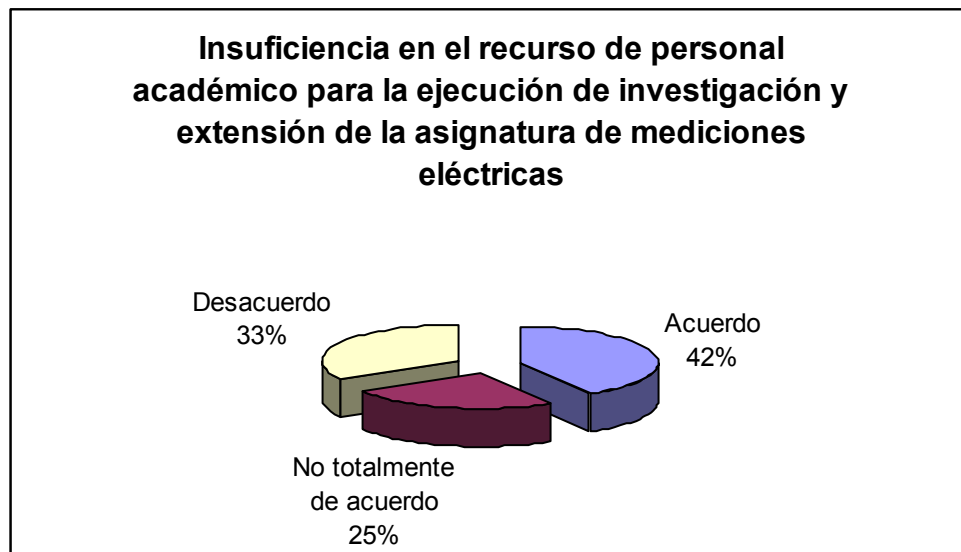
**Figura 17: Amenaza número 2 del laboratorio de mediciones eléctricas**



**Figura 18: Amenaza número 3 del laboratorio de mediciones eléctricas**



**Figura 19: Amenaza número 4 del laboratorio de mediciones eléctricas**



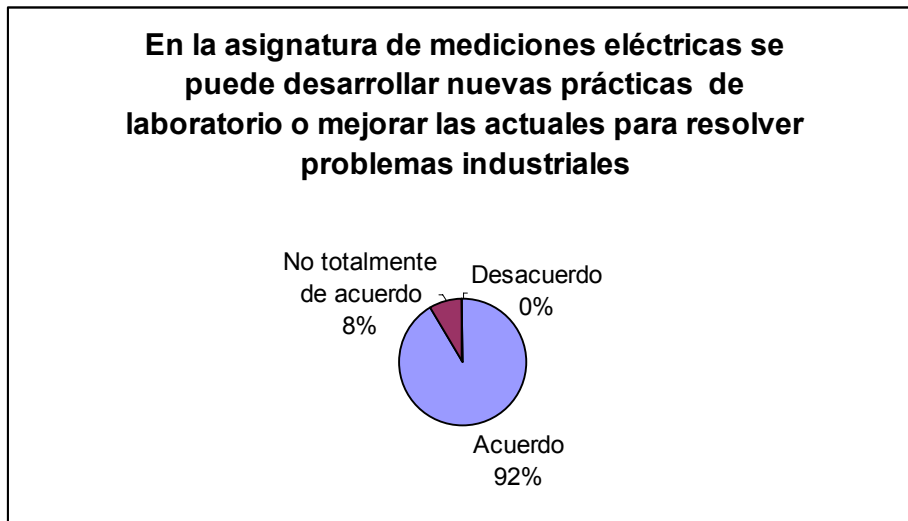
**Figura 20: Amenaza número 5 del laboratorio de mediciones eléctricas**

Respecto a las siete preguntas ó ítems realizados para las oportunidades tecnológicas del laboratorio de mediciones eléctricas se tienen los siguientes resultados de las doce personas encuestadas:

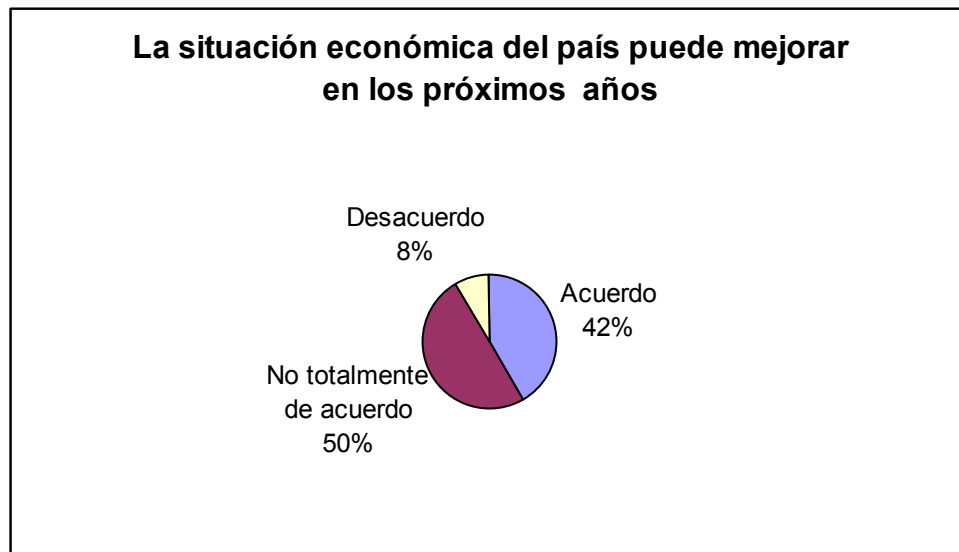
NÚMERO DE ÍTEM	ACUERDO	NO TOTALMENTE DE ACUERDO	DESACUERDO
1	11	1	0
2	5	6	1
3	10	1	1
4	11	0	1
5	11	1	0
6	8	4	0
7	10	2	0

**Tabla 20: Respuestas de los encuestados respecto a las oportunidades tecnológicas del laboratorio de mediciones eléctricas**

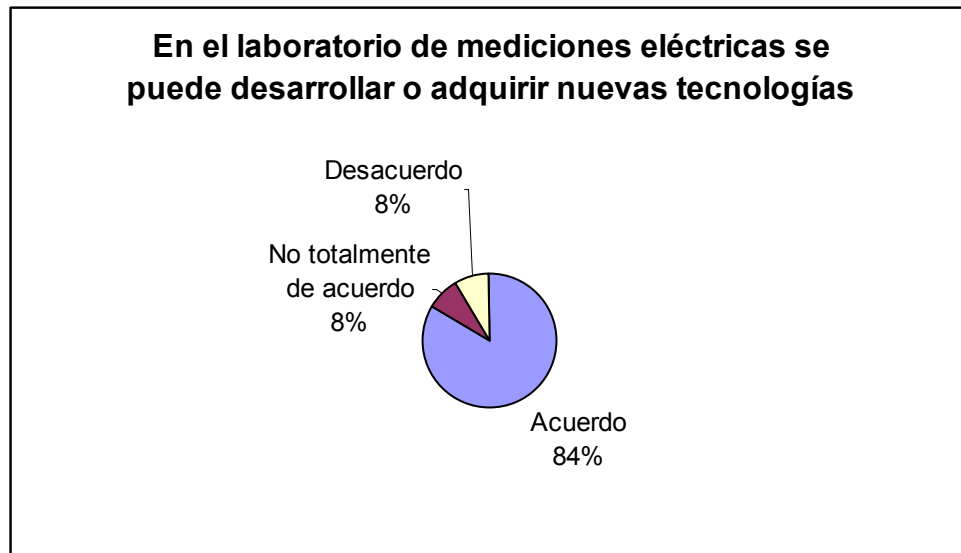
Las gráficas de porcentajes de los siete ítems planteados con relación a las oportunidades tecnológicas, de acuerdo al criterio de cada una de las doce personas encuestadas, son presentadas a continuación:



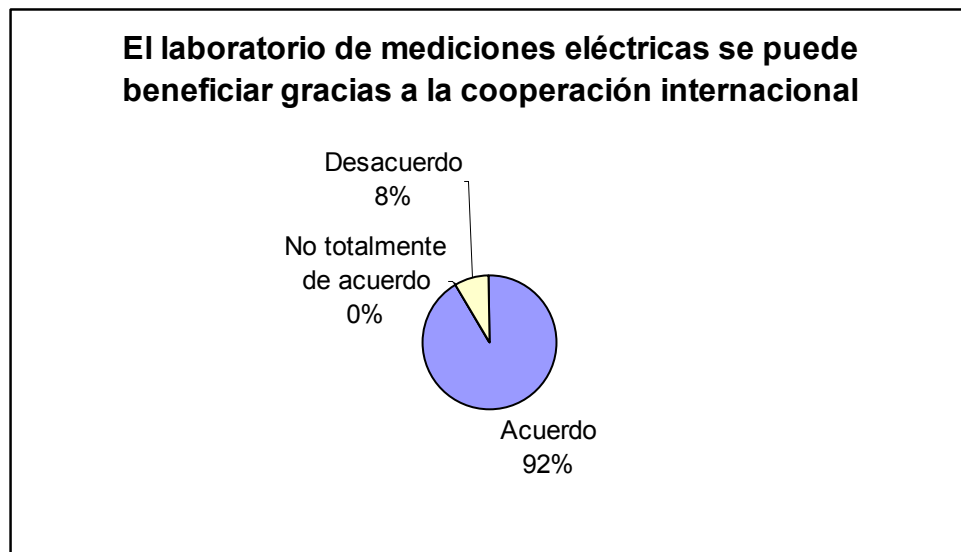
**Figura 21: Oportunidad número 1 del laboratorio de mediciones eléctricas**



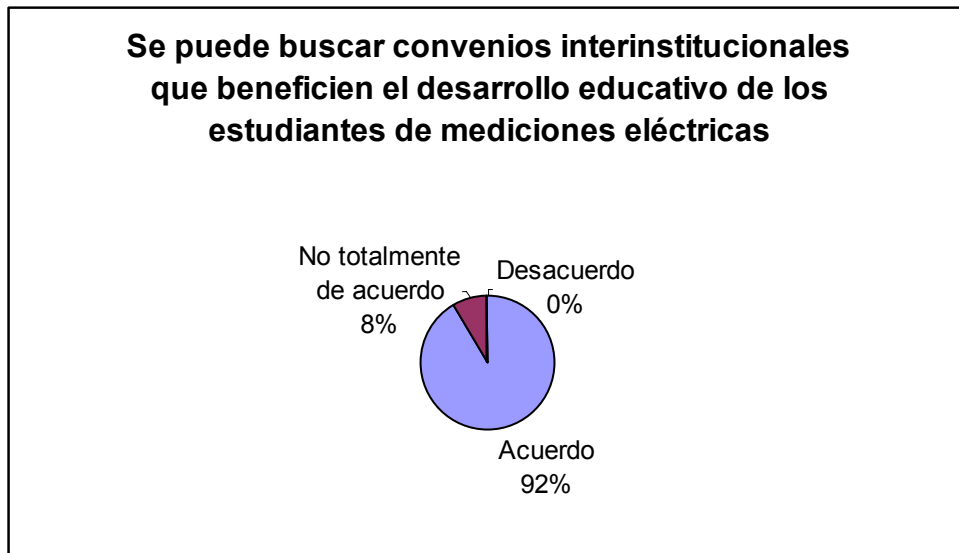
**Figura 22: Oportunidad número 2 del laboratorio de mediciones eléctricas**



**Figura 23: Oportunidad número 3 del laboratorio de mediciones eléctricas**



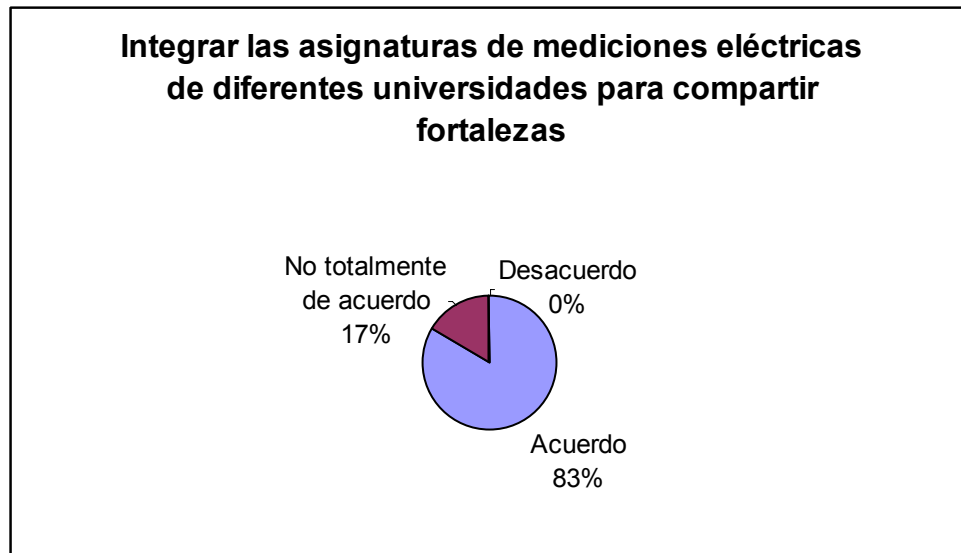
**Figura 24: Oportunidad número 4 del laboratorio de mediciones eléctricas**



**Figura 25: Oportunidad número 5 del laboratorio de mediciones eléctricas**



**Figura 26: Oportunidad número 6 del laboratorio de mediciones eléctricas**



**Figura 27: Oportunidad número 7 del laboratorio de mediciones eléctricas**

#### **4.8.1 Conclusiones de las amenazas y oportunidades del laboratorio de mediciones eléctricas**

Se debe tener presente que las amenazas y oportunidades son factores externos que influyen sobre el laboratorio. Al analizar las figuras de las posibles amenazas tecnológicas del laboratorio de mediciones eléctricas se observa que las amenazas que más porcentaje de unanimidad tienen por parte de los doce encuestados son:

**Ítem número 1:** Bajo presupuesto destinado para la educación pública por parte del gobierno. Esto se debe a que en los últimos años el gobierno nacional y departamental ha venido disminuyendo la inversión en la educación, debido a factores como la guerra interna la cual ocasiona un elevado gasto de recursos económicos.

**Ítem número 4:** Costos elevados en equipos utilizados en el laboratorio. Los procesos a desarrollar en un laboratorio de metrología eléctrica requieren de unos equipos sofisticados y por ende costosos. Este es el primer factor que impide la existencia actual del laboratorio como tal.

En las oportunidades tecnológicas se tienen cuatro con gran porcentaje de unanimidad, de estas cuatro hay tres que comparten el mismo nivel porcentual, se tratan del número 1, 4 y 5:

**Ítem número 1:** En la asignatura de mediciones eléctricas se puede desarrollar nuevas prácticas de laboratorio o mejorar las actuales para resolver problemas industriales. Con la elaboración de nuevas prácticas enfocadas a solucionar problemas reales existentes en la industria se pretende tener una relación más estrecha entre la empresa y la academia.

**Ítem número 4:** El laboratorio de mediciones eléctricas se puede beneficiar gracias a la cooperación internacional. Existen programas mundiales dirigidos y patrocinados por países potencias (Estados Unidos, Inglaterra, Suiza por mencionar algunos) encaminados a apoyar los centros de enseñanza de nivel superior en países con menos capacidad económica, la ayuda es brindada a universidades que posean un plan investigativo definido, es ahí donde la asignatura de mediciones eléctricas podrá beneficiarse siempre y cuando los docentes en unión con alumnos y directivas formulen un plan estratégico para el tema.

**Ítem número 5:** Se puede buscar convenios interinstitucionales que beneficien el desarrollo educativo de los estudiantes de mediciones eléctricas. Es importante

estimular la participación de los estudiantes en diferentes tipos de proyectos, como prácticas estudiantiles en empresas industriales o del sector energético. De esta manera, los alumnos podrán afianzar sus conocimientos en el área de mediciones eléctricas. Para lograrlo, será necesario promover la creación de convenios interinstitucionales y de cooperación entre la universidad y las empresas.

De esta manera se termina la dupla amenazas – oportunidades, en la próxima fase se estudian los resultados de la dupla debilidades – fortalezas para poder así realizar la matriz DOFA como tal, en la última fase de esta mencionada matriz se confrontan las amenazas con las debilidades y de igual manera las oportunidades con las fortalezas, en este momento se podrá determinar una estrategia tecnológica a utilizar en el laboratorio de mediciones eléctricas.

#### **4.9 FASE 7: FACTORES CRÍTICOS DE DESEMPEÑO DEL EGRESADO EN MEDICIONES ELÉCTRICAS**

La mejor manera de palpar estos factores es mediante el análisis de la dupla debilidades – fortalezas de la matriz DOFA. Como se mencionó anteriormente las debilidades y las fortalezas se refieren a los aspectos internos del laboratorio de mediciones eléctricas, por lo tanto se espera que al diagnosticar los procesos internos del laboratorio de mediciones eléctricas se pueda enfocar y visualizar los posibles inconvenientes que presentan los ingenieros electricistas egresados de la UIS relacionados con la asignatura de mediciones eléctricas. El formato de la encuesta realizada a las doce personas para determinar las debilidades y fortalezas del laboratorio de mediciones eléctricas, se presenta a continuación:

NÚMERO DE ÍTEM	DEBILIDADES	ACUERDO	NO TOTALMENTE DE ACUERDO	DESACUERDO
1	En la asignatura de mediciones eléctricas no se cuenta con suficientes recursos documentales como libros y revistas técnicas			
2	No existe un grupo de investigación en el área de mediciones eléctricas			
3	El laboratorio de mediciones eléctricas no cuenta con los equipos necesarios para desarrollar ensayos industriales acreditados			
4	En el laboratorio de mediciones eléctricas no se cuenta con equipos necesarios para desarrollar proyectos de grado			
5	La intensidad horaria de las prácticas de laboratorio de mediciones eléctricas no es suficiente			
6	Se presenta deficiencias en la comunicación de los docentes con los estudiantes			

7	Los estudiantes de la asignatura de mediciones eléctricas no manejan con fluidez otro idioma, por ejemplo el inglés			
8	Falta vinculación de las directivas y docentes de la E <sup>3</sup> T con los egresados para tratar temas relacionados con las mediciones eléctricas			
9	Falta mas compromiso de los estudiantes con el programa, falta mas participación en la construcción, evaluación y crítica de la asignatura de mediciones eléctricas			

**Tabla 21: Formato de encuesta sobre las debilidades tecnológicas del laboratorio de mediciones eléctricas**

NÚMERO DE ÍTEM	FORTALEZAS	ACUERDO	NO TOTALMENTE DE ACUERDO	DESACUERDO
1	El laboratorio de mediciones eléctricas cuenta con los recursos financieros necesarios para el buen funcionamiento			
2	La asignatura de mediciones			

	eléctricas tiene una estrategia de mejoramiento definida			
3	El laboratorio de mediciones eléctricas tiene equipos con tecnología adecuada			
4	El laboratorio de mediciones eléctricas tiene la estructura física necesaria			
5	En la asignatura de mediciones eléctricas se conoce perfectamente las necesidades industriales			
6	El nivel de formación de los docentes de la asignatura de mediciones eléctricas es la adecuada			
7	Los profesores de la asignatura de mediciones eléctricas cuentan con alta experiencia docente			
8	En la asignatura de mediciones eléctricas se tiene una infraestructura física adecuada para red de datos			
9	Se consiguió resultados positivos en la evaluación de calidad (ECAES) realizada por el ICFES en el programa de Ingeniería Eléctrica			

10	Los alumnos de Ingeniería Eléctrica realizan prácticas estudiantiles en el sector productivo			
----	--	--	--	--

**Tabla 22: Formato de encuesta sobre las fortalezas tecnológicas del laboratorio de mediciones eléctricas**

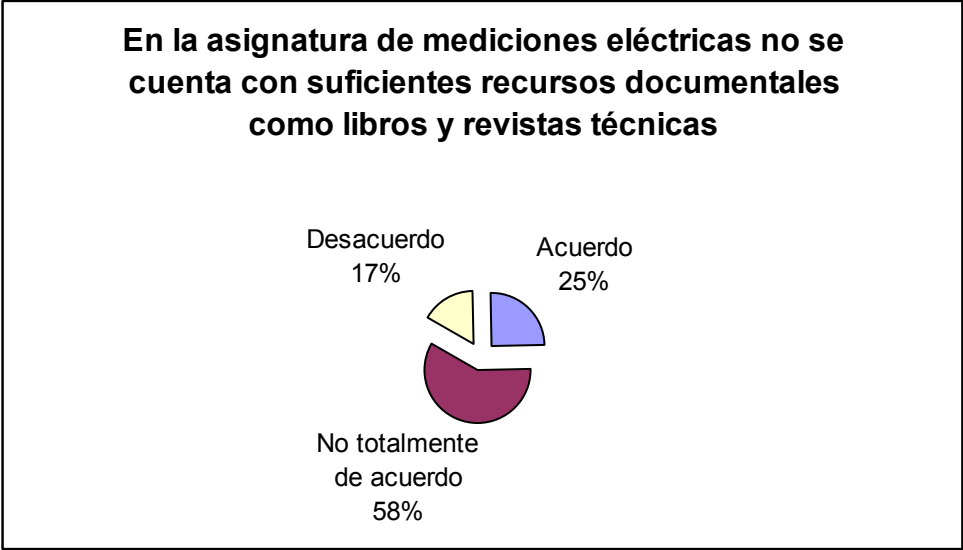
Para cada uno de los ítems planteados para medir las debilidades existe una gráfica, en esta gráfica se puede observar de una manera más didáctica la respuesta de las doce personas encuestadas.

En la tabla 23 se presentan las respuestas tabuladas respecto a las debilidades tecnológicas del laboratorio.

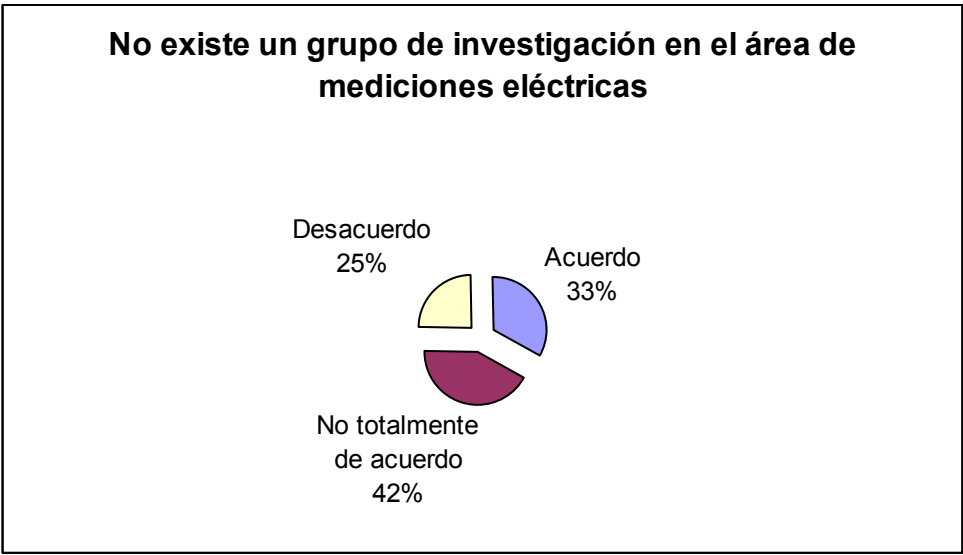
NÚMERO DE ÍTEM	ACUERDO	NO TOTALMENTE DE ACUERDO	DESACUERDO
1	3	7	2
2	4	5	3
3	11	1	0
4	6	4	2
5	6	3	3
6	3	5	4
7	6	4	2
8	10	1	1
9	4	5	3

**Tabla 23: Respuestas de los encuestados respecto a las debilidades tecnológicas del laboratorio de mediciones eléctricas**

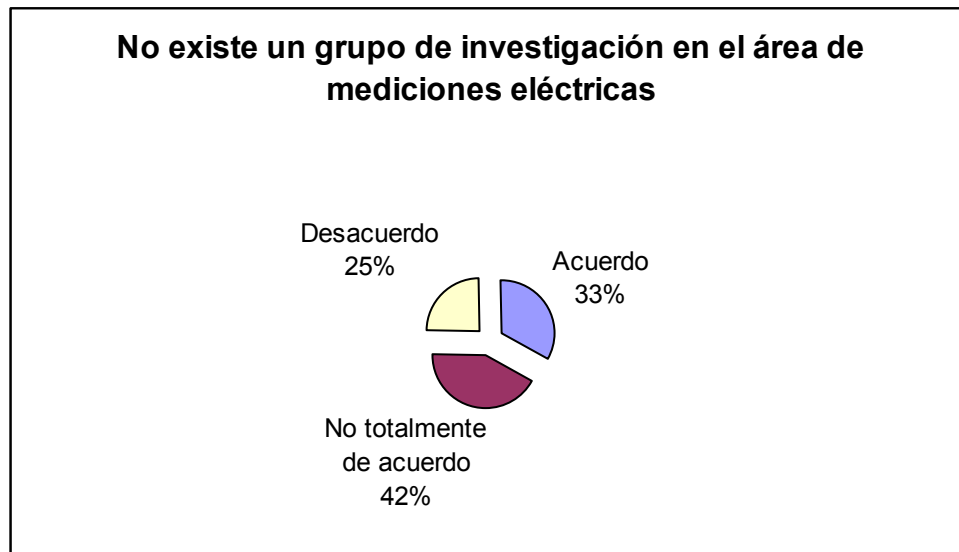
A continuación se presenta los diferentes ítems que conforman las debilidades tecnológicas y su respectiva gráfica



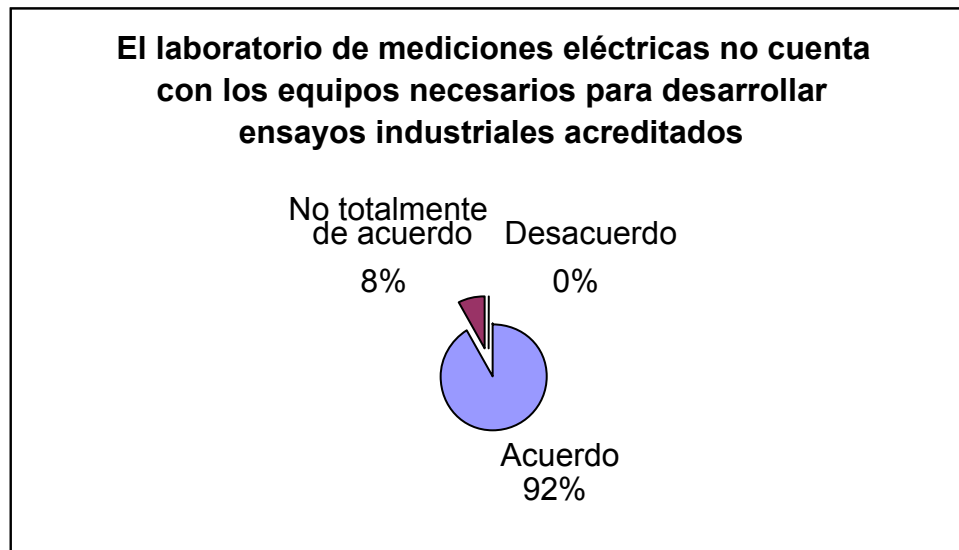
**Figura 28: Debilidad número 1 del laboratorio de mediciones eléctricas**



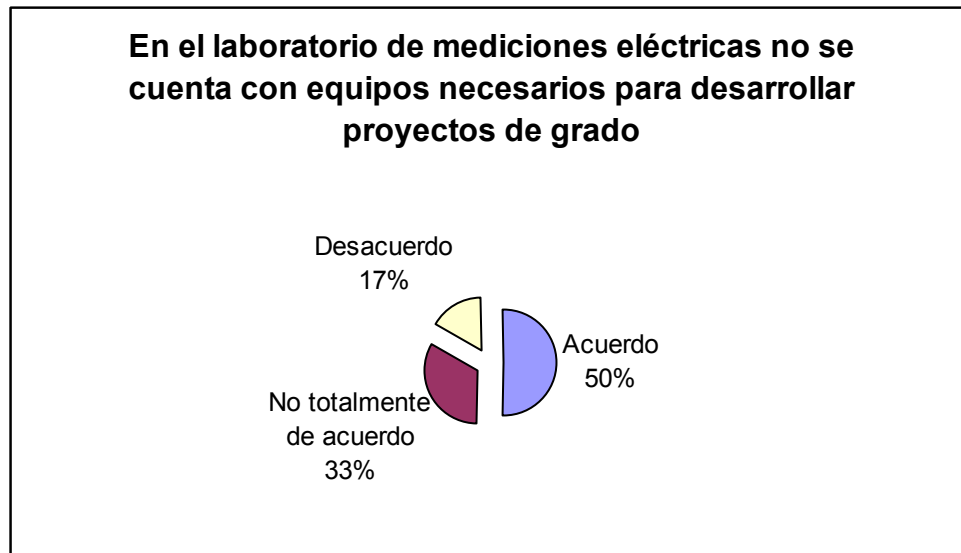
**Figura 29: Debilidad número 1 del laboratorio de mediciones eléctricas**



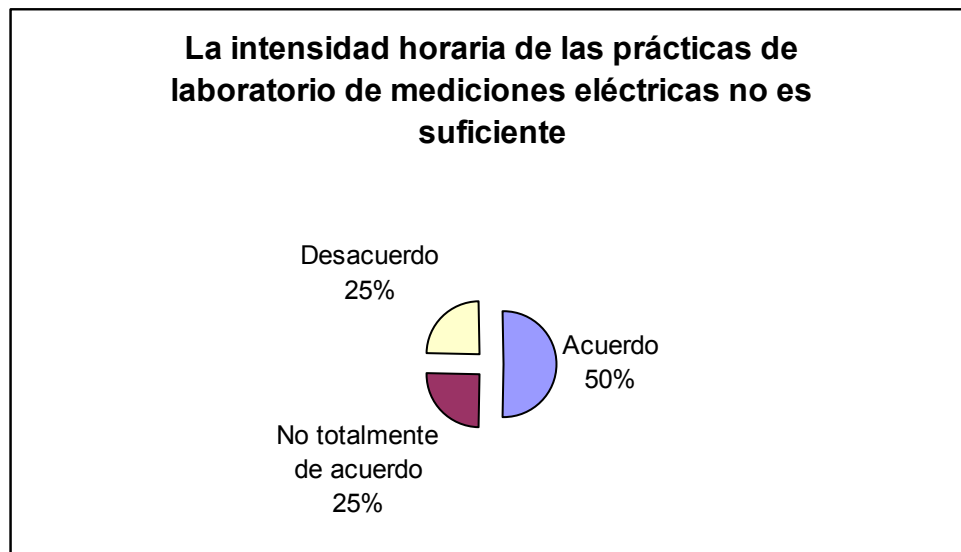
**Figura 30: Debilidad número 2 del laboratorio de mediciones eléctricas**



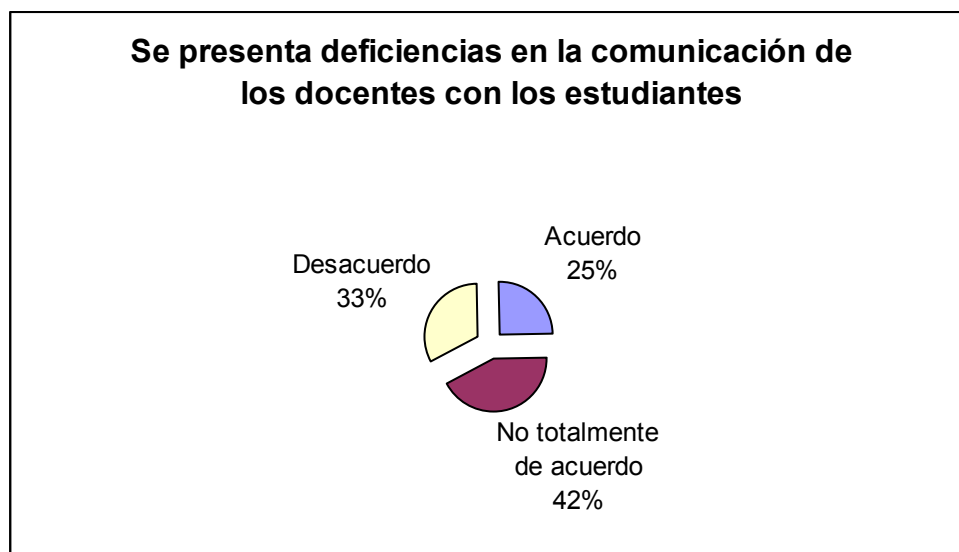
**Figura 31: Debilidad número 3 del laboratorio de mediciones eléctricas**



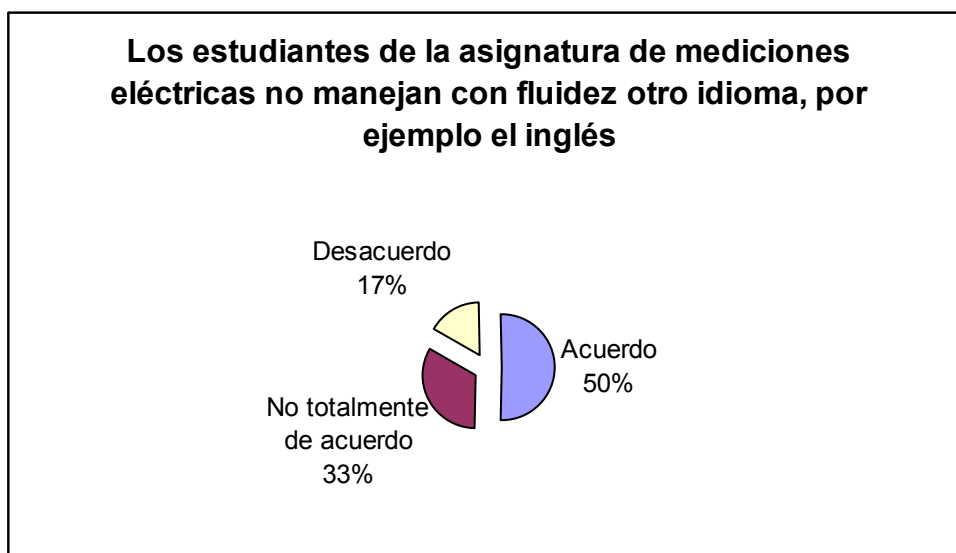
**Figura 32: Debilidad número 4 del laboratorio de mediciones eléctricas**



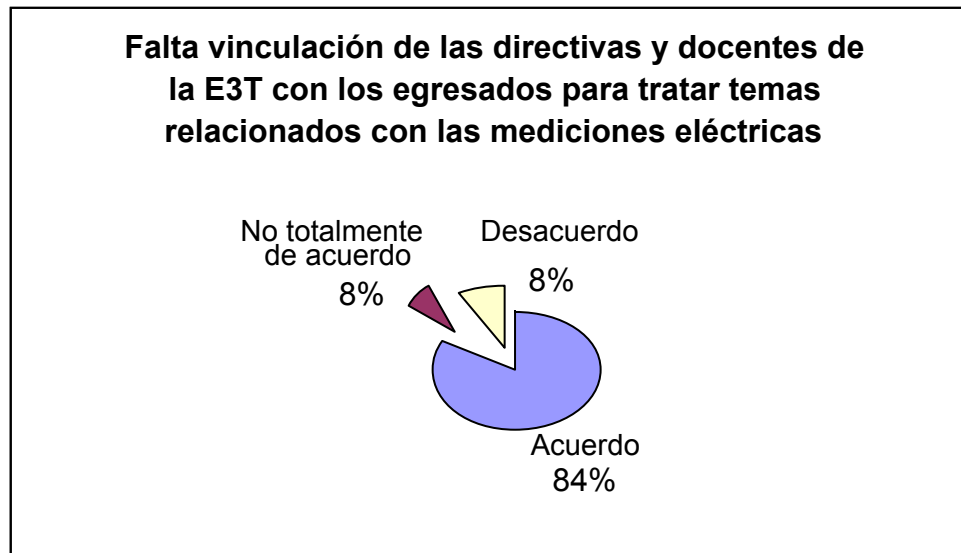
**Figura 33: Debilidad número 5 del laboratorio de mediciones eléctricas**



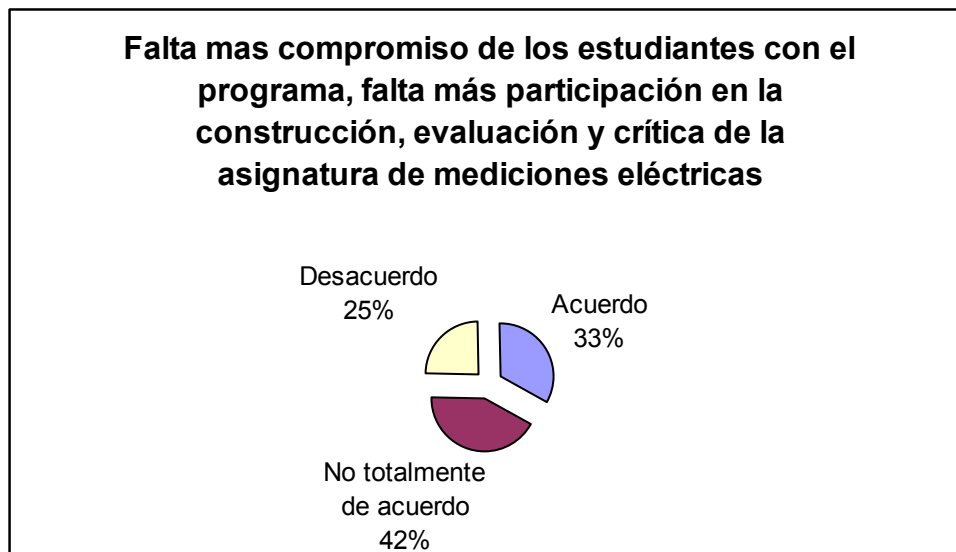
**Figura 34: Debilidad número 6 del laboratorio de mediciones eléctricas**



**Figura 35: Debilidad número 7 del laboratorio de mediciones eléctricas**



**Figura 36: Debilidad número 8 del laboratorio de mediciones eléctricas**



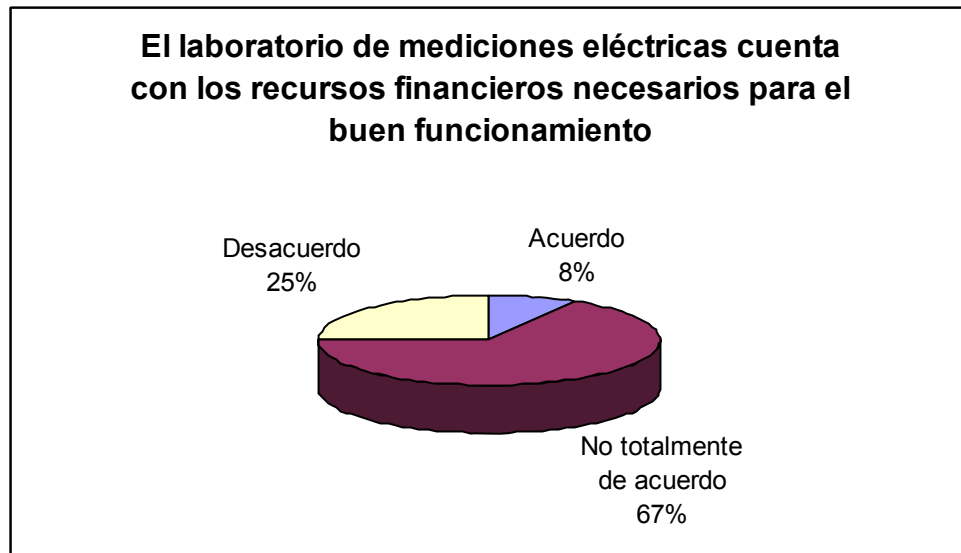
**Figura 37: Debilidad número 9 del laboratorio de mediciones eléctricas**

Los diez ítems contemplados en las fortalezas tecnológicas del laboratorio de mediciones eléctricas se tabulan en la tabla 24, la cual, es presentada a continuación.

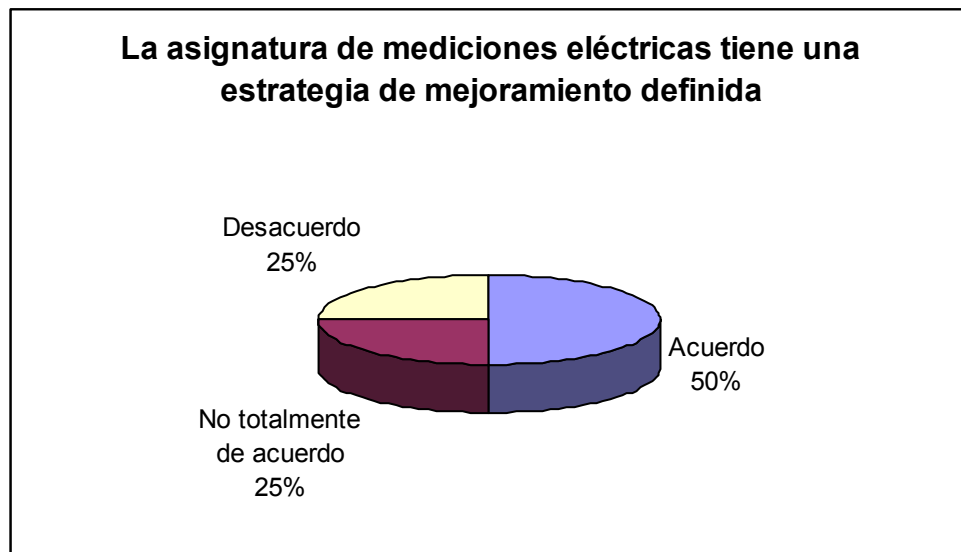
NÚMERO DE ÍTEM	ACUERDO	NO TOTALMENTE DE ACUERDO	DESACUERDO
1	1	8	3
2	6	3	3
3	0	6	6
4	1	3	8
5	4	5	3
6	12	0	0
7	12	0	0
8	0	8	4
9	10	1	1
10	5	7	0

**Tabla 24: Respuestas de los encuestados respecto a las fortalezas tecnológicas del laboratorio de mediciones eléctricas**

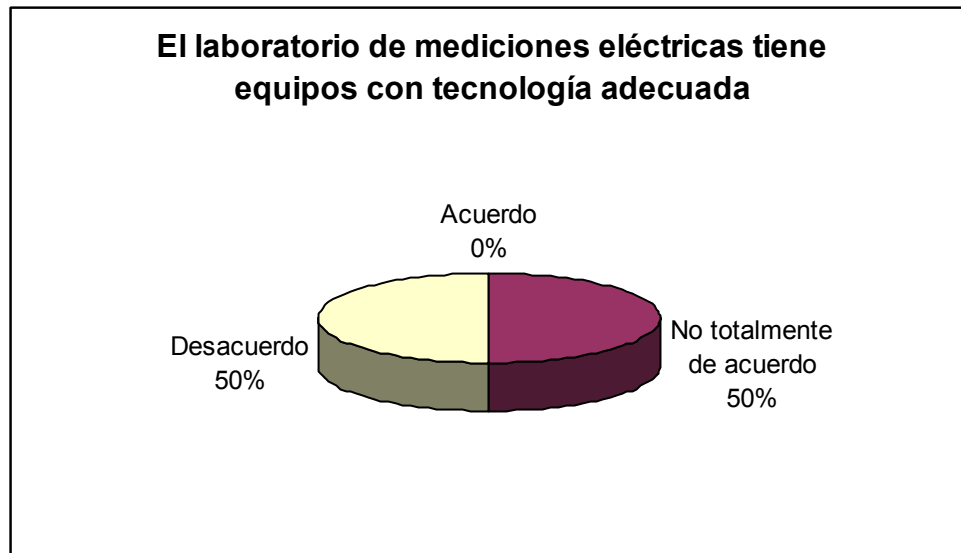
Las gráficas representativas de los porcentajes de los ítems de las fortalezas tecnológicas son mostradas a continuación:



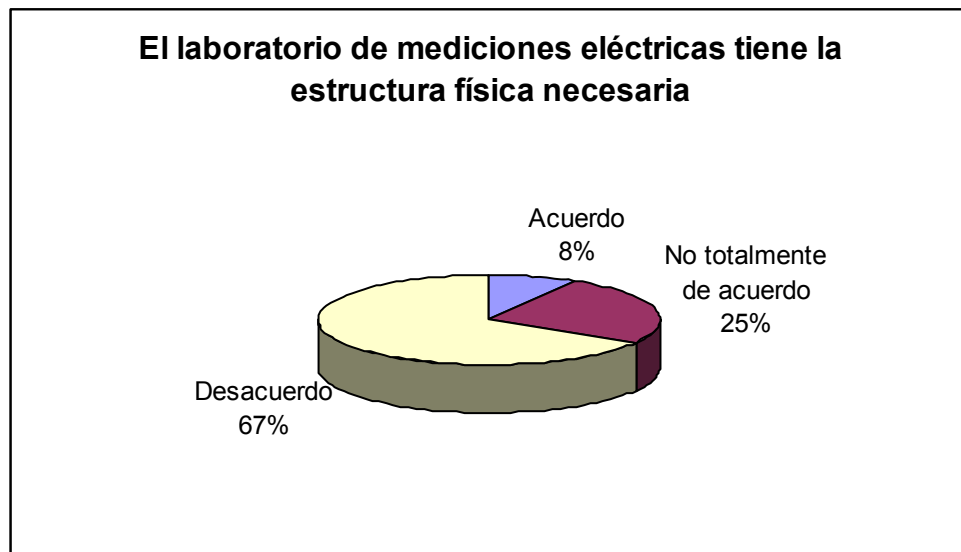
**Figura 38: Fortaleza número 1 del laboratorio de mediciones eléctricas**



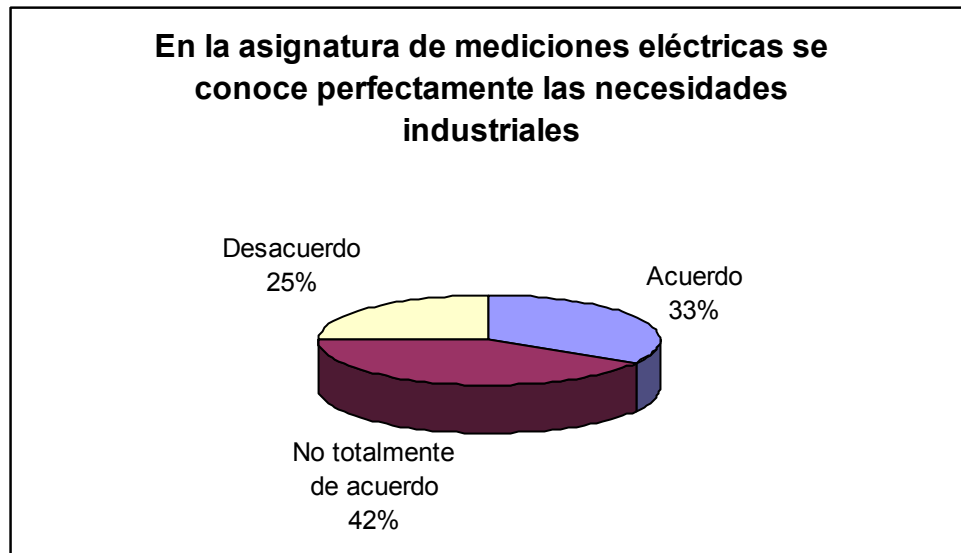
**Figura 39: Fortaleza número 2 del laboratorio de mediciones eléctricas**



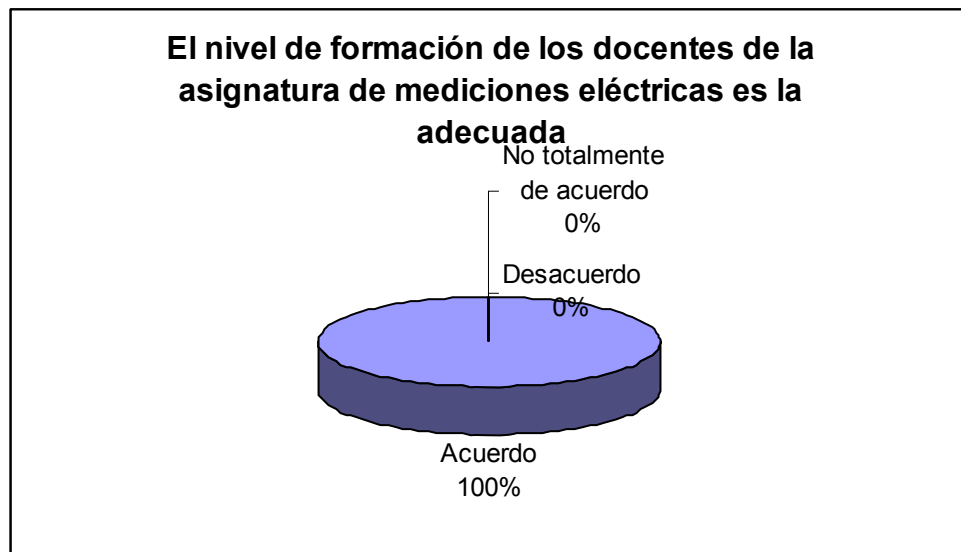
**Figura 40: Fortaleza número 3 del laboratorio de mediciones eléctricas**



**Figura 41: Fortaleza número 4 del laboratorio de mediciones eléctricas**



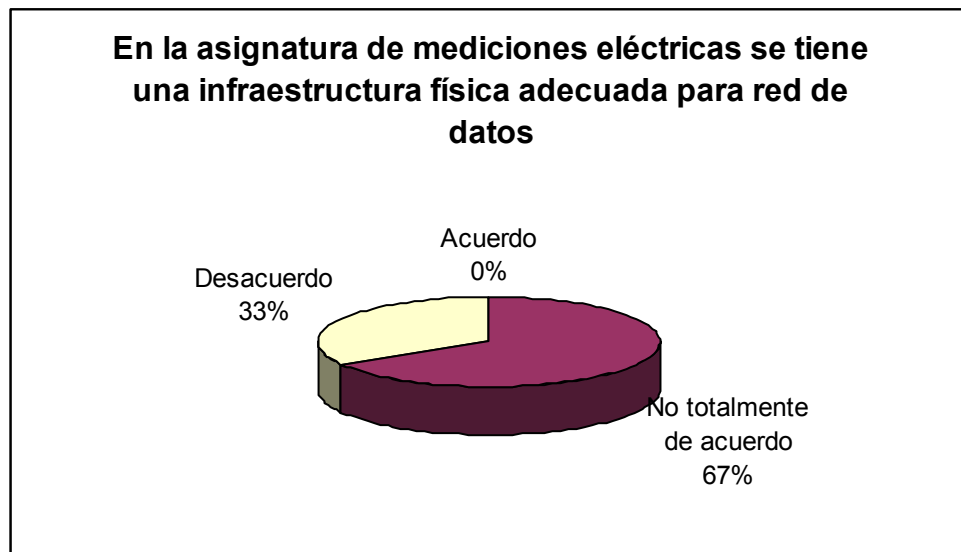
**Figura 42: Fortaleza número 5 del laboratorio de mediciones eléctricas**



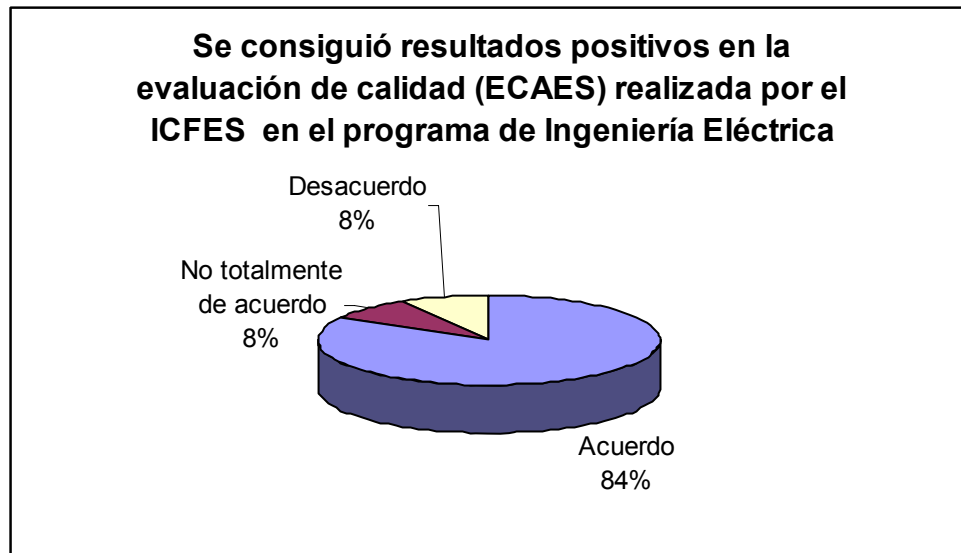
**Figura 43: Fortaleza número 6 del laboratorio de mediciones eléctricas**



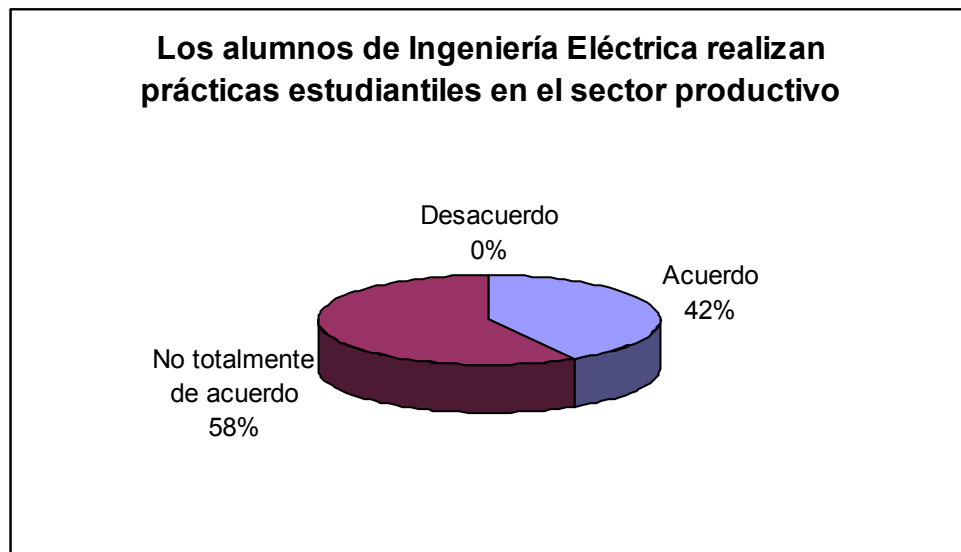
**Figura 44: Fortaleza número 7 del laboratorio de mediciones eléctricas**



**Figura 45: Fortaleza número 8 del laboratorio de mediciones eléctricas**



**Figura 46: Fortaleza número 9 del laboratorio de mediciones eléctricas**



**Figura 47: Fortaleza número 10 del laboratorio de mediciones eléctricas**

#### **4.9.1 Conclusiones de las debilidades y fortalezas del laboratorio de mediciones eléctricas:**

De acuerdo con las encuestas realizadas se observa dos debilidades tecnológicas que marcan diferencia con las demás por su alto porcentaje presentado de acuerdo a la opinión de las doce personas encuestadas, estas debilidades son las pertenecientes a los ítems número tres y ocho:

**Ítem número 3:** El laboratorio de mediciones eléctricas no cuenta con los equipos necesarios para desarrollar ensayos industriales acreditados.

Explicación: En la actualidad el laboratorio de mediciones eléctricas no cuenta con la infraestructura tecnológica necesaria para prestar un servicio de ensayos industriales, por supuesto al no existir dicha infraestructura, el laboratorio no está acreditado por la superintendencia de industria y comercio, ente gubernamental encargado de acreditar estos laboratorios. Poseer estos equipos necesarios para acreditar el laboratorio es un factor que puede marcar diferencia respecto a otras universidades locales, ya que al tiempo que el estudiante maneja equipos de alta tecnología, se fortalecen los lazos y relaciones entre el sector industrial, la Universidad Industrial de Santander y lógicamente la E<sup>3</sup>T.

**Ítem número 8:** Falta vinculación de las directivas y docentes de la E<sup>3</sup>T con los egresados para tratar temas relacionados con las mediciones eléctricas.

Explicación: Este tema aqueja a casi todos los centros de enseñanza superior en Colombia, según se ha comprobado en consultas realizadas por Internet, esta debilidad tecnológica es responsabilidad tanto de los ingenieros egresados como de las directivas de la E<sup>3</sup>T. Al buscar una comunicación más frecuente entre egresados, directivos y profesores de la E<sup>3</sup>T se estaría conociendo los problemas actuales de la industria, aspecto supremamente importante si se observa que en

las universidades extranjeras con amplio recorrido en la investigación realizan foros y reuniones con el fin de conocer los inconvenientes que presentan sus egresados en las empresas donde laboran.

Una posible mejora a esta debilidad es crear una asociación de ingenieros egresados, la cual estaría dirigida por un representante de los egresados, un representante de los docentes de la E<sup>3</sup>T y un representante de los directivos de la E<sup>3</sup>T.

Respecto a las fortalezas se tiene que existen tres ítems sobresalientes en comparación con los demás, se trata de los ítems seis, siete y nueve, a continuación se habla detenidamente de cada uno de ellos:

**Ítem número 6:** El nivel de formación de los docentes de la asignatura de mediciones eléctricas es la adecuada.

Explicación: La E<sup>3</sup>T cuenta con profesores muy capacitados, en forma general la mayoría de profesores son titulados en Maestría y Doctorado, es por ello que el 100% de los encuestados ratificaron el excelente nivel académico de los docentes encargados de ofrecer la asignatura de mediciones eléctricas. Lo que indica este ítem es que en la parte de gestión del conocimiento se tiene una muy buena base para que los futuros ingenieros electricistas se desenvuelvan en el tema de electrometría.

**Ítem número 7:** Los profesores de la asignatura de mediciones eléctricas cuentan con alta experiencia docente.

Explicación: La experiencia docente, calificada con el 100% en la encuesta DOFA realizada, es un factor importante en el desarrollo académico de un estudiante en general, en la E<sup>3</sup>T hoy en día se cuenta con profesores con varios años de

experiencia, esta fortaleza debe ser aprovechada por los estudiantes de la asignatura de mediciones eléctricas.

**Ítem número 9:** Se consiguió resultados positivos en la evaluación de calidad (ECAES) realizada por el ICFES en el programa de Ingeniería Eléctrica.

Con el 84% de aceptación por parte de los encuestados, se observó que los estudiantes de Ingeniería Eléctrica han conseguido resultados importantes en las pruebas de calidad que realiza el ICFES a nivel nacional a los alumnos universitarios.

## **CAPÍTULO V**

### **5. DISEÑO DE LA ESTRATEGIA TECNOLÓGICA**

El diseño de la estrategia tecnológica se realiza a partir de la determinación de unas necesidades tecnológicas, conociendo las insuficiencias que actualmente presenta el laboratorio de mediciones eléctricas, se podrá plantear una serie de proyectos con el fin de buscar posibles soluciones a dichas necesidades.

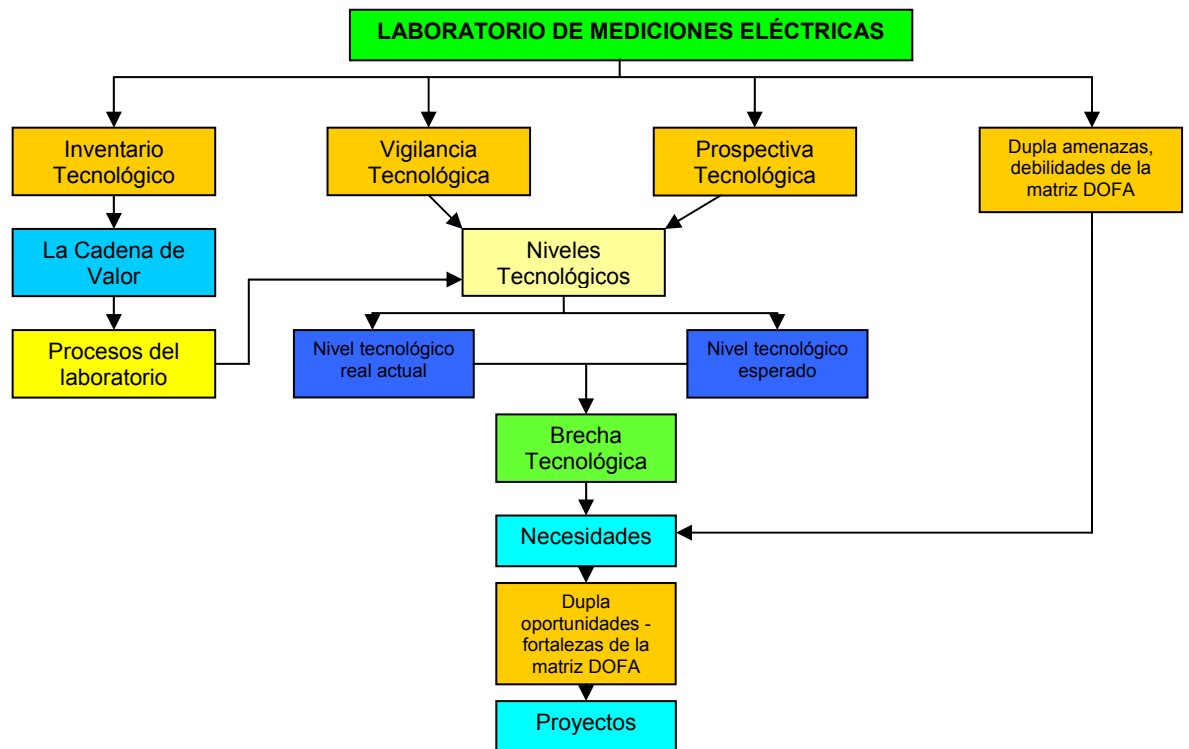
En este capítulo se encuentra la fase 8 del diagrama de flujo del modelo de gestión tecnológica planteado, en ella se determinarán las necesidades relevantes del laboratorio.

Al final de este capítulo, luego de determinar las necesidades tecnológicas del laboratorio, se plantean los proyectos a implementar en el laboratorio de mediciones eléctricas, estos proyectos están estrechamente ligados con la misión y visión de la universidad, de la facultad, de la E<sup>3</sup>T y de la asignatura de mediciones eléctricas, temas tratados en las primeras fases del diagrama de flujo propuesto en el capítulo III.

#### **5.1 FASE 8: DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES TECNOLÓGICAS DEL LABORATORIO DE MEDICIONES ELÉCTRICAS**

Para determinar las necesidades tecnológicas del laboratorio de mediciones eléctricas se recurre a fuentes de información como el inventario tecnológico, la vigilancia tecnológica, la prospectiva tecnológica y el análisis DOFA, este último con la dupla amenazas - debilidades. Dentro del inventario tecnológico se encuentran los procesos del laboratorio, en ellos se evalúan los niveles

tecnológicos actuales y deseados, encontrando así la brecha tecnológica. Con el objetivo de guiar de una mejor manera al lector en el tema de la definición de las necesidades tecnológicas se presenta la figura 48.



**Figura 48: Fuentes de determinación de las necesidades tecnológicas del laboratorio de mediciones eléctricas**

## 5.2 DEFINICIÓN DE NECESIDADES TECNOLÓGICAS A PARTIR DE LAS FUENTES DE INFORMACIÓN

### 5.2.1 Fuente de información: inventario tecnológico

En el inventario tecnológico se encontraron las fallas más relevantes que tiene actualmente el laboratorio de mediciones eléctricas, se trata de la no existencia de infraestructura física y equipos de laboratorio.

### **5.2.2 Fuente de información: vigilancia tecnológica**

La Universidad Nacional posee tres aspectos importantes: cuenta con un laboratorio de metrología el cual sirve de soporte para desarrollar actividades de investigación, ofrecen el servicio de calibración de equipos de medida eléctrica y por último a creado líneas de investigación relacionadas con las mediciones eléctricas.

El departamento de ingeniería eléctrica y electrónica de la universidad del los Andes cuenta con un portal Web que les permite a sus alumnos consultar y actualizar temas relacionados con las asignaturas de la ingeniería.

La Universidad del Valle cuenta con un laboratorio de patronamiento de equipo eléctrico, se encuentra acreditado, da soporte al curso de mediciones eléctricas de la universidad y ofrece servicio de calibración a la industria.

La Universidad del Norte cuenta con una lista extensa de universidades extranjeras donde sus alumnos de ingeniería eléctrica pueden realizar intercambio académico.

La asignatura de mediciones eléctricas de la Universidad Nacional del Sur de Argentina ofrece un portal Web donde los estudiantes pueden descargar las guías de las prácticas de laboratorio, material de ayuda para las prácticas y enlaces con páginas de interés para cada trabajo práctico.

El instituto tecnológico y de estudios superiores de Monterrey de México ha diseñado un interesante manual de reglamento para el laboratorio de mediciones eléctricas.

La Universidad Nacional de la Plata de Argentina ha estructurado el laboratorio de ensayos y mediciones eléctricas en cuatro sub-laboratorios. Los instrumentos del laboratorio son controlados periódicamente con patrones trazables internacionalmente y se utilizan en ambientes con temperatura, presión y humedad controlada. Las líneas de investigación enfocan sus estudios hacia el desarrollo de nuevos equipos de medidas en función de los requerimientos que demande el cliente solicitante del servicio.

La universidad de Málaga de España cuenta con un laboratorio autorizado de calibración de aparatos de medida, este laboratorio está separado del laboratorio de la asignatura como tal, además, está agregado a una línea de investigación. Otro aspecto relevante en la UMA es que están creando actualmente un laboratorio virtual e instrumentación remota vía Internet.

La Universidad Politécnica de Madrid, ubicada en España, tiene una línea de investigación en convenio con el centro español de metrología (CEM), enfocada al diseño y construcción de equipos de medidas eléctricas de intercomparación ó también conocida como patrones.

### **5.2.3 Fuente de información: prospectiva tecnológica**

Según la encuesta realizada a docentes de la E<sup>3</sup>T para definir la prospectiva tecnológica (visualización del posible futuro) se tiene que el laboratorio de mediciones eléctricas debería contar con varios servicios como: apoyo a la asignatura como tal, calibración de equipos propios de la E<sup>3</sup>T, calibración de equipos a la industria, soporte para las líneas de investigación actuales de la E<sup>3</sup>T y las propias de metrología eléctrica.

El laboratorio de mediciones eléctricas debería contar con la infraestructura adecuada, donde se pueda controlar factores como temperatura, humedad y presión. Por otra parte se debe implementar unas reglas mínimas de seguridad industrial referentes a la parte eléctrica y por último crear una línea de investigación dedicada a la metrología.

#### **5.2.4 Fuente de información: niveles tecnológicos de los procesos del laboratorio de mediciones eléctricas**

Con la valoración porcentual de los niveles tecnológicos en los diferentes procesos del laboratorio (para recordar los procesos del laboratorio se puede remitir a la figura 14), realizado por docentes expertos en la asignatura de mediciones eléctricas, se encuentra la brecha tecnológica. Los datos se obtienen de los formatos de encuesta en el anexo F.

Para establecer la diferencia del nivel tecnológico actual respecto al nivel deseado, es decir la brecha tecnológica, se estudian los diferentes procesos planteados y se plasman los resultados en las tablas 25 y 26. A juicio de los autores, para tener una referencia de análisis en la brecha tecnológica se analizará con detenimiento los procesos en los cuales la brecha tecnológica supere el valor de 3. No obstante, los procesos que no superen esta brecha tecnológica, serán importantes a la hora de determinar las necesidades actuales del laboratorio.

<b>Proceso General</b>	<b>Nivel tecnológico real actual</b>	<b>Nivel tecnológico esperado</b>	<b>Brecha tecnológica</b>
Académico	2.25	4.49	<b>2.24</b>
Administrativo	1	4.73	<b>3.73</b>
Tecnológico	1.2	5.1	<b>3.9</b>

**Tabla 25: Brecha tecnológica de los procesos generales del laboratorio**

<b>PROCESO PRIMARIO: PLANEACIÓN DEL LABORATORIO</b>			
<b>Subproceso</b>	<b>Nivel tecnológico real actual</b>	<b>Nivel tecnológico esperado</b>	<b>Brecha tecnológica</b>
Modelar y diseñar estrategias pedagógicas a utilizar	1.89	3.21	<b>1.32</b>
Elegir el contenido temático de la asignatura	1.79	3.67	<b>1.88</b>
Diseñar guías de laboratorio	2.67	3.45	<b>0.78</b>
<b>PROCESO PRIMARIO: EJECUCIÓN DEL LABORATORIO</b>			
Estudiar y comprender la guía de trabajo por parte del alumno	1.10	2.97	<b>1.87</b>

Identificar la tecnología a utilizar	2.94	3.57	<b>0.63</b>
Desarrollar la práctica	1.54	3.10	<b>1.56</b>
<b>PROCESO PRIMARIO: EVALUACIÓN Y CONCLUSIONES DEL LABORATORIO</b>			
Socializar los resultados del laboratorio con los compañeros del curso	1.33	2.84	<b>1.51</b>
Elaborar y presentar el informe	1.8	3.12	<b>1.32</b>
Efectuar la realimentación del laboratorio	1.22	4.32	<b>3.1</b>

**Tabla 26: Brecha tecnológica de los subprocesos del laboratorio**

Como se puede observar en las tablas 25 y 26 existen tres procesos que sobrepasan el valor de 3 en la brecha tecnológica, éstos son dos procesos generales y un subproceso. Analizando cada uno de estos procesos y teniendo en cuenta la opinión de los profesores encuestados, en cuanto al nivel tecnológico esperado se refiere, se tiene que:

Proceso Administrativo: Es necesario que la administración del laboratorio tenga relación permanente con la industria, con el objetivo de ofrecer resultados a las necesidades del sector productivo, además sería interesante centrar los trabajos administrativos en crear un centro de investigación y desarrollo, formando de esta manera una relación estrecha entre el sector productivo la universidad y el estado

Proceso Tecnológico: Es primordial crear el laboratorio de mediciones eléctricas, por ahora básico que sirva de soporte para el desarrollo de las prácticas de la asignatura, en el futuro que sirva para calibrar equipos de la E3T y apoye las líneas de investigación de la escuela de ingeniería eléctrica.

Subproceso de realimentación del laboratorio: La realimentación de las prácticas del laboratorio de mediciones eléctricas se debe realizar a través de un laboratorio virtual en el que participan tanto estudiantes, docentes, egresados y personal administrativo.

### **5.2.5 Fuente de información: dupla amenazas – debilidades de la matriz DOFA**

La lista de las amenazas y debilidades ya fueron analizadas en este texto de manera individual. Las amenazas hacen referencia a posibles sucesos externos al laboratorio que interfieren en su normal funcionamiento, las debilidades son deficiencias que existen dentro del laboratorio. A continuación se unen estos indicadores de la matriz DOFA para determinar necesidades del laboratorio de mediciones eléctricas. Se tienen en cuenta aquellas amenazas y debilidades que sobresalen por su alto porcentaje de unanimidad en la respuesta de las doce personas encuestadas.

Amenazas: Las amenazas más relevantes que pueden afectar el laboratorio de mediciones eléctricas, es el bajo presupuesto destinado para la educación pública

por parte del gobierno y los costos elevados en los equipos necesarios para dotar el laboratorio.

Debilidades: El laboratorio de mediciones eléctricas no cuenta con los equipos necesarios para prestar servicios industriales acreditados, además, falta vinculación de las directivas y docentes de la E<sup>3</sup>T con los egresados para tratar temas relacionados con las mediciones eléctricas.

### **5.3 DISEÑO DE LA ESTRATEGIA TECNOLÓGICA**

Ya conocidas las necesidades del laboratorio de mediciones eléctricas se analiza y se diseña la estrategia tecnológica, esta estrategia se realizará proponiendo algunos proyectos, los cuales, están enfocados con la misión y visión de la Universidad Industrial de Santander, la facultad de físico mecánicas, la E<sup>3</sup>T y por supuesto la asignatura de mediciones eléctricas.

Como se observó en el análisis de todas las fuentes de información consultadas para la determinación de necesidades, el laboratorio de mediciones eléctricas enfrenta una serie de problemas que impiden el normal funcionamiento del mismo.

A continuación se presenta la dupla oportunidades – fortalezas de la matriz DOFA para determinar los aspectos relevantes que ayudarán a suplir algunas de las necesidades encontradas anteriormente. Las oportunidades y fortalezas consideradas son las que tienen el valor porcentual más alto de unanimidad entre los doce expertos encuestados.

### 5.3.1 Dupla oportunidades – fortalezas de la matriz DOFA

Oportunidades: En la asignatura de mediciones eléctricas se puede desarrollar nuevas prácticas de laboratorio o mejorar las actuales para resolver problemas industriales. El laboratorio se puede beneficiar gracias a la cooperación internacional, en cuanto a donación de equipos se refiere. Por último se pueden buscar convenios interinstitucionales que beneficien el desarrollo educativo de los estudiantes de mediciones eléctricas.

Fortalezas: El nivel de formación al igual que la experiencia de los docentes de la asignatura de mediciones eléctricas es la adecuada. Los alumnos de la E<sup>3</sup>T han conseguido resultados positivos en la evaluación de calidad (ECAES) realizada por el ICFES en el programa de Ingeniería Eléctrica.

### 5.4 PROPUESTA DE PROYECTOS

Con el ánimo de plantear soluciones al laboratorio de mediciones eléctricas y soportados en la información recopilada de la fase uno a la fase siete del diagrama de flujo propuesto en la figura 7 de este libro, los autores han diseñado los siguientes proyectos:

**Proyecto 1:** Se trata de estructurar el LABMEDEL (nombre propuesto por los autores para el laboratorio de mediciones eléctricas), si bien es cierto que actualmente no existe la infraestructura adecuada para ello, es necesario diseñar desde este momento la distribución del laboratorio para obtener mejores resultados en el mismo.

**Proyecto 2:** Construcción de un aula virtual vía Internet, con esta aula se pretende formar un canal comunicativo entre la universidad, la industria y el egresado de la

E<sup>3</sup>T. De esta manera se quiere aumentar el rendimiento del alumno, docente, egresado, personal administrativo del laboratorio y el sector industrial.

Los dos proyectos presentados además de plantear soluciones al LABMEDEL, cumplen con los objetivos de la Universidad Industrial de Santander en su busca de mejora continua a partir de las áreas docente, investigación y de extensión, según se muestra en la figura 49.

La profundización de estos proyectos se llevará a cabo en la siguiente fase, número nueve del diagrama de flujo del modelo de gestión tecnológica planteado, correspondiente a la planificación del desarrollo tecnológico.

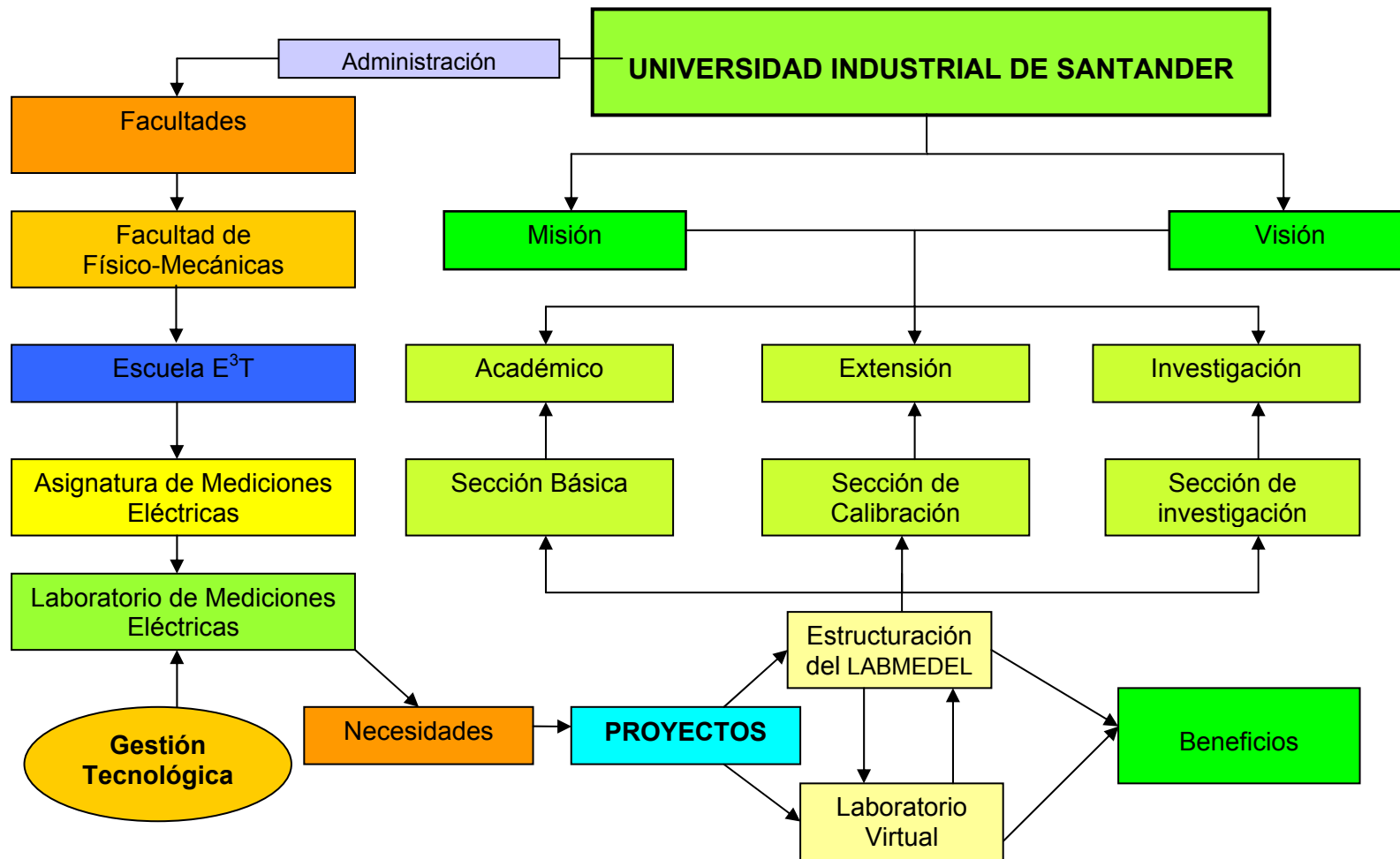


Figura 49: Definición de proyectos para el LABMEDEL

## **5.5 FASE 9: PROYECTOS TECNOLÓGICOS**

En esta fase se mostrará a grandes rasgos las características de los dos proyectos planteados, se mostrará la cotización de un posible equipo a utilizar en el LABMEDEL (laboratorio de mediciones eléctricas).

## **5.6 PROYECTO 1: ESTRUCTURACIÓN DEL LABMEDEL**

Con el ánimo de optimizar los recursos y prestar un mejor servicio, el laboratorio de mediciones eléctricas debe estar dividido en tres secciones:

- Sección básica.
- Sección de calibración.
- Sección de investigación.

### **Sección básica:**

Esta sección debe contar con la tecnología adecuada para que los estudiantes lleven a cabo el desarrollo de las prácticas propuestas en la asignatura y de esta forma desarrollen un buen proceso de enseñanza-aprendizaje.

La sección básica está enfocada en base a la misión y visión del desarrollo académico propuesto por la Universidad Industrial de Santander.

### **Sección de calibración:**

La sección de calibración del LABMEDEL sería de apoyo a la sección básica, como valor agregado de esta sección se prestaría servicio de calibración de equipos eléctricos a las siguientes organizaciones:

- Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones.
  
- Facultad de físico – mecánicas
  
- Sector Industrial

La sección de calibración está enfocada en base a la misión y visión de la propuesta de extensión que ofrece la Universidad Industrial de Santander.

Los estudiantes también resultarían beneficiados con esta sección, puesto que aquí se realiza el análisis de incertidumbres y se efectúa la calibración de los equipos utilizados en la medición de magnitudes eléctricas.

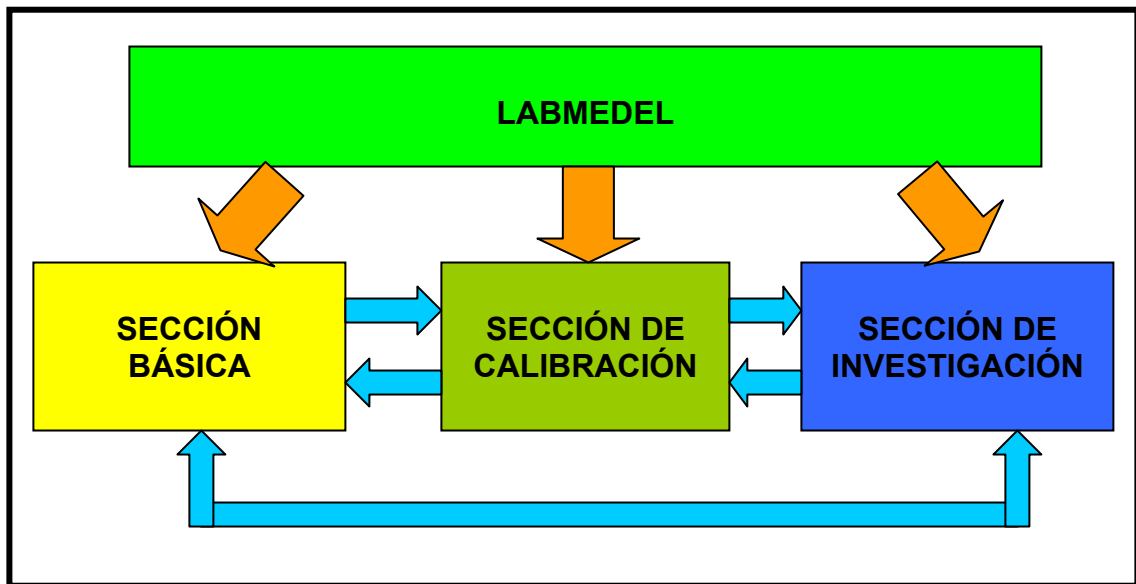
#### **Sección de investigación:**

Como su nombre lo indica esta sección se utilizaría para uso exclusivo de las líneas de investigación que se creen en la asignatura y las ya existentes en la E<sup>3</sup>T. Una línea de investigación podría ser la de diseño y construcción de nuevos equipos de medidas eléctricas.

La sección de investigación está enfocada en base a la misión y visión de la Universidad Industrial de Santander para adelantar las funciones investigativas.

Las diferentes secciones del laboratorio de mediciones eléctricas están relacionadas, no son independientes, interactúan entre ellas para un óptimo funcionamiento del mismo.

En la figura 50 se puede observar la estructuración del laboratorio de mediciones eléctricas.



**Figura 50: Secciones del laboratorio de mediciones eléctricas.**

Las instalaciones físicas del laboratorio de mediciones eléctricas deben contar con condiciones adecuadas de temperatura, humedad relativa, presión y polvo controlado.

La sección básica del LABMEDEL debe contar con equipos necesarios para el normal desarrollo de las prácticas de la asignatura de mediciones eléctricas, una solución más palpable es la utilización de los equipos del laboratorio actual de máquinas eléctricas de la E<sup>3</sup>T, el inconveniente es que debido al gran número de estudiantes matriculados en esta última asignatura, no se contaría con disponibilidad frecuente para trabajar allí.

La sección de calibración del LABMEDEL podría prestar el servicio de calibración de amperímetros, voltímetros y multímetros analógicos y digitales. Esta sección sería rentable, económicamente hablando, para la E<sup>3</sup>T, puesto que en el

departamento de Santander actualmente no existe una universidad o empresa que preste el servicio de calibración a equipos de medición eléctrica.

La sección de investigación prestaría apoyo a las líneas de investigación propias de la metrología eléctrica, según la prospectiva realizada, dos líneas de investigación podrían ser:

- **Metrología Científica:** Es la que comprende básicamente la investigación, se encarga de marcar las pautas para establecer los métodos de medición de los equipos y patrones.
- **Metrología Industrial:** Comprende todas las actividades de un sistema de gestión de medidas que requieran las industrias para cumplir con los objetivos de calidad y gestión

Un tema obligatorio a incluir en este LABMEDEL es el relacionado con la seguridad industrial. Se debe implementar un manual de los riesgos eléctricos a los que está expuesto un alumno del LABMEDEL, dicho manual debe ser de amplia circulación y para ello se puede descargar del aula virtual propuesta por los autores para el laboratorio. De acuerdo con la opinión de los docentes encuestados en la prospectiva tecnológica, la E<sup>3</sup>T debe crear una asignatura dedicada a la seguridad industrial y enfocarla hacia los riesgos eléctricos existentes en todos los campos de trabajo.

Las anteriores son las características del LABMEDEL propuesto por los autores, a continuación se presenta el otro proyecto diseñado.

## 5.7 PROYECTO 2: AULA VIRTUAL

El aula virtual que se plantea es básicamente una página de Internet donde se encuentra todos los temas relacionados con la asignatura de mediciones eléctricas.

Los partícipes del aula virtual son estudiantes, profesores, ingenieros egresados de la E<sup>3</sup>T, líneas de investigación de metrología eléctrica, universidades nacionales y extranjeras, personal administrativo y sector industrial.

En la figura 51 se observa las relaciones comunicativas que tendría el aula virtual del LABMEDEL.

Una de las funciones básicas del aula virtual es la de servir como canal comunicativo entre sus participantes. Los posibles temas encontrados en el aula virtual son:

- Prácticas del laboratorio a realizar durante el semestre académico.
- Programación de visitas técnicas de los estudiantes a industrias locales.
- Contenido temático de la asignatura.
- Links de interés relacionados con la asignatura.
- Inquietudes de los egresados y ofrecimiento de temas actuales de interés por parte de los mismos.
- Necesidades que surgen en el sector industrial.
- Cotización de calibración de equipos de mediciones eléctricas ofrecidos por el LABMEDEL al sector industrial y particulares.

- Ofrecimiento de servicios por parte de las líneas de investigación a la industria.
- Información sobre conferencias y foros programados por universidades locales relacionados al tema.
- Preguntas e inquietudes de los estudiantes realizada a los demás partícipes del aula virtual.
- Consulta de los docentes a los egresados sobre temas nuevos de mediciones eléctricas encontrados en la empresa donde laboran.

Como se puede observar, el aula virtual se convierte en una fuerte solución a las necesidades del LABMEDEL encontradas durante las fases iniciales del proyecto. Estas aulas virtuales se están implementando en universidades locales y extranjeras; con la popularización del computador, el aprendizaje virtual es hoy por hoy uno de los métodos de enseñanza – aprendizaje más utilizado a nivel mundial.

Estos proyectos mencionados no son aislados, el aula virtual le presta servicios al LBMEDEL y viceversa. Se trata de unir recursos tecnológicos en busca de un aumento significativo de conocimiento en el alumno, quien es en últimas el objetivo central de los proyectos.

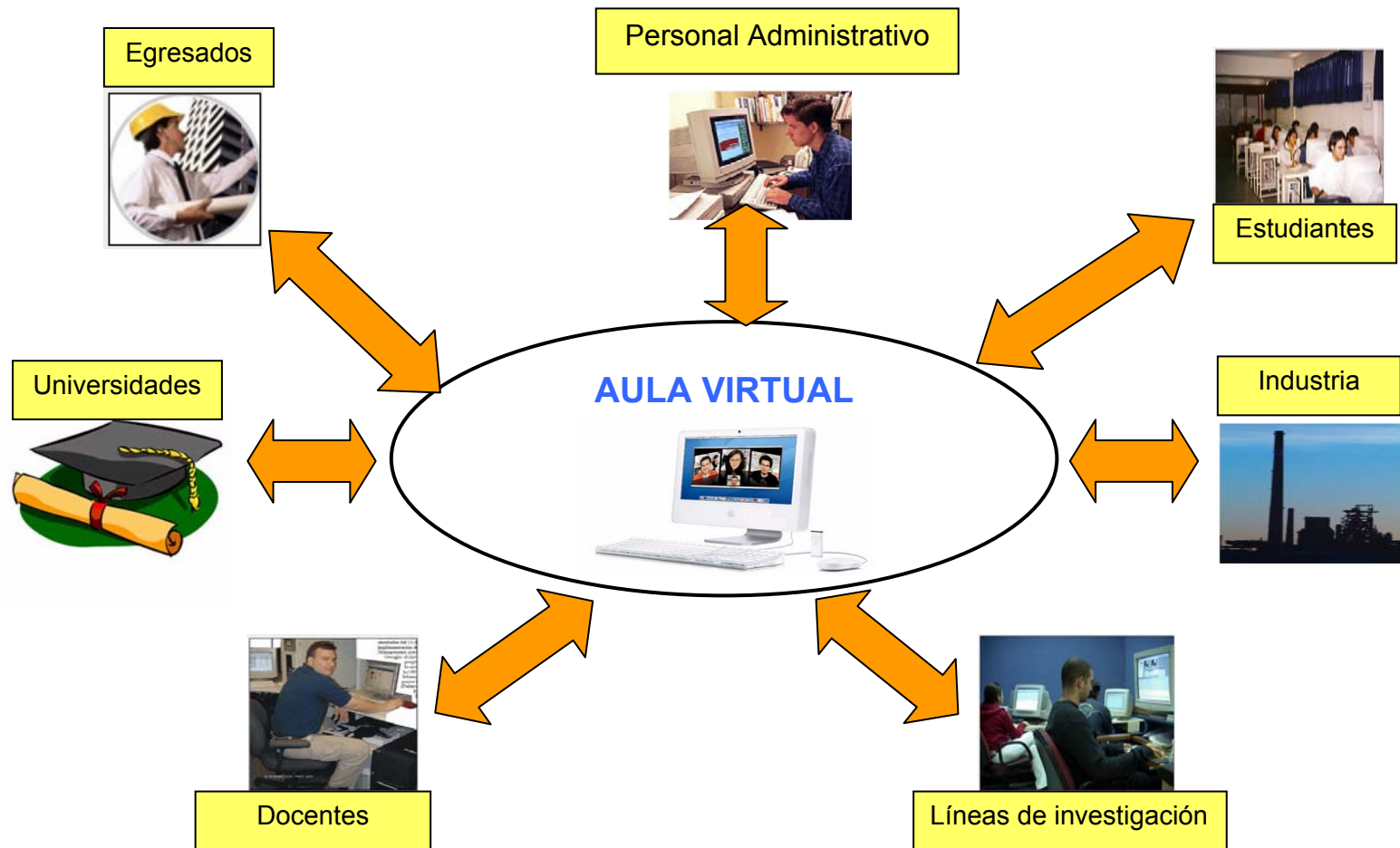


Figura 51: Aula virtual propuesta.

## 5.8 COTIZACIÓN DE POSIBLE EQUIPO A UTILIZAR EN EL LABMEDEL

Con el ánimo de mostrar un ejemplo de cotización de un equipo tecnológico se presenta a continuación las características técnicas que se deben tener en cuenta: Según la vigilancia y prospectiva tecnológica realizada, los equipos más relevantes que deben estar en el LABMEDEL propuesto son los siguientes:

<b>EQUIPOS GENERALES</b>
Equipos patrones.
Equipo para calibración de medidas de voltaje y corriente.
Equipo para calibración de medidas de potencia y energía.
Calibradores de PTS.
Calibradores de CTS.
Equipos generadores de temperatura.
Equipos generadores de presión.

Estos equipos son muy generales, el estudio de cada uno de ellos y los diferentes tipos que existen, son un proyecto a futuro el cual se encuentra en la etapa de adquisición de tecnología del modelo de gestión tecnológica propuesto.

En la vigilancia tecnológica realizada en el entorno nacional se encontró que en la universidad del valle en su laboratorio de patronamiento de equipo eléctrico, uno de los equipos más utilizados es el calibrador fluke 5500A por su amplia gama de funciones, agregado a ello, este equipo fue utilizado por las empresas publicas de

Medellín para la calibración de equipos en diferentes medidas; por tal razón se darán a conocer sus características más importantes.

### CALIBRADOR 5500A



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Voltaje DC	Rango: 0 a $\pm 1020V$
Corriente DC	Rango: 0 a $\pm 11A$
Resistencia	Rango: 0 a $330M\Omega$
Voltaje AC	Rango: 1mV a 1020V en el rango de frecuencia de 10Hz a 500KHz

Corriente AC	Rango: 29mA a 11A en el rango de frecuencia de 10Hz a 10KHz
Capacitancia	Rango: 0.33 nF a 1.1 mF
Fuente y medida del termopar	Rango: -250°C a +2316°C
Fuente de RTD	Rango: -200°C a +630°C
Potencia DC	Rango: 109 mW a 11 Kw
Potencia AC	Rango: 109 mW a 11 Kw en el rango de frecuencia de 45Hz a 65Hz con PF=1
Fase	Rango: 0 a $\pm 179.99^\circ$
Frecuencia	Rango: 0.01 Hz a 2.0 MHz

<b>ESPECIFICACIONES GENERALES</b>	
Tiempo de calentamiento	Dos veces el tiempo desde el último calentado, a un máximo de 30 minutos
Tiempo de colocamiento	Menos de 5 segundos para todas las funciones y gamas si no se especifica lo contrario.
Interfaces estándares	IEEE-488 (GPIB), RS-232, 5725A (5500A solamente)
Temperatura de funcionamiento	Funcionamiento: 0°C a 50°C Calibración: tcal:15°C a 35°C Almacenamiento: -20°C a 70°C
Coefficiente de temperatura	El coeficiente de la temperatura para el tcal es de $\pm 5^\circ\text{C}$ del 10% del exterior de las temperaturas de la especificación de 90 días (o de 1 año,
Humedad relativa	Funcionamiento: el $< 80\%$ a 30°C, el $< 70\%$ a 40°C, el $< 40\%$ a 50°C. Almacenamiento: $< 95\%$
Altitud	Funcionamiento: 3050m máximo No funcionamiento: 12200m máximo
Seguridad	Diseño con IEC 1010-1 (1992-1); ANSI/ISA-S82.01-1994; CAN/CSA-C22.2 no 1010.1-92
Aislamiento bajo análogo	20V

EMC	Diseñado con la parte 15 de las reglas de la FCC
Línea energía	Línea voltaje (seleccionable): 100V, 120V, 220V, 240V. Línea frecuencia: 47 a 63 Hz
Consumo de energía	300VA
Dimensiones	Altura: 17.8 centímetros, incremento estándar del estante, más 1.5 centímetros para los pies en el fondo de la unidad.
Peso	20 kg. (44 lbs.)
Definición absoluta de la incertidumbre	Las especificaciones de la incertidumbre 5500A incluyen estabilidad, regulación del coeficiente de la temperatura, de las linealidades, de la línea y de la carga, y la trazabilidad de los estándares externos usados para la calibración. No se necesita agregar nada para determinar la incertidumbre total del calibrador para la gama de temperaturas indicadas.
Intervalo de confianza de las especificaciones.	> 99%

El calibrador 5500A ofrece una amplia lista de servicios para ello tiene un software especializado llamado MET/CAL LITE que proporciona todas las herramientas que se necesitan.

El MET/CAL LITE permite:

- Crear, corregir, probar y documentar los procedimientos de la calibración.
- Configurar y divulgar una amplia gama de los parámetros de la incertidumbre de la medida e incluye los datos de la verificación para proporcionar un rastro de intervención.
- Analizar y divulgar la información del activo; producir los certificados impresos y los informes.
- Poner los datos a disposición en otros sistemas corporativos.
- Resolver los requisitos de los estándares de calidad como ISO 9000, ANSI Z540, ISO/IEC 17025, NRC 10 CFR y otros.

MET/CAL LITE ofrece el control IEEE-488 para la automatización sin manos completa, así como la operación (serial) RS-232, ideal para el uso con las computadoras portátiles. Es totalmente compatible con el MET/CAL más la habitación de usos, con ello se puede compartir datos con las estaciones existentes de MET/CAL y de MET/TRACK® red.

El costo básico de este equipo es de \$ 58.516.000, este valor puede variar según las configuraciones que se le quieran dar y accesorios adicionales para otros servicios. El representante legal de FLUKE en Colombia ubicado en Bogotá ofrece este equipo, adicional a ello presta un servicio de capacitación para el manejo del mismo.

Hasta esta parte llega el alcance de este trabajo de grado, de acuerdo a los objetivos específicos de este libro, la planificación del desarrollo tecnológico se

deja para futuros proyectos al igual que la adquisición y transferencia de tecnología del LABMEDEL. Las siguientes fases del diagrama de flujo se explican brevemente a continuación.

#### **5.9 FASE 10: CRITERIOS DE SELECCIÓN**

Con frecuencia, el número de proyectos diseñados y existentes, es superior a los recursos económicos con que se cuenta en el laboratorio. Una selección tendrá que ser llevada a cabo mediante criterios preestablecidos.

#### **5.10 FASE 11: FUENTES EXTERNAS Y MECANISMOS DE ADQUISICIÓN:**

En esta etapa del plan, se discute si la tecnología se adquiere dentro del mismo laboratorio o por fuera de éste, si es necesario adquirirla por fuera se estipula el tiempo necesario para ello. Estos criterios serán aplicados por cada uno de los proyectos a partir de la etapa 12.

#### **5.11 FASE 12: EJECUCIÓN DE PROYECTOS:**

Después de elegir el ó los proyectos a realizar, se define mediante la etapa 11 el mecanismo de adquisición y se ejecuta el proyecto.

#### **5.12 FASE 13: IMPLANTACIÓN DE LOS RESULTADOS:**

Después de realizar el ó los proyectos en el laboratorio de mediciones eléctricas, los resultados se implementan en la operación del mismo.

### **5.13 FASE 14: EVALUACIÓN DEL IMPACTO**

En esta etapa los criterios serán definidos para evaluar el impacto de los proyectos en el funcionamiento del laboratorio, después de su ejecución y puesta en práctica. Esta etapa es importante porque la evaluación de los resultados de los proyectos permite crear una base de datos donde se almacena errores y aciertos en la gerencia estratégica de la tecnología. Al mismo tiempo, hace posible evidenciar la importancia de invertir en la mejora tecnológica.

### **5.14 FASE 15: REALIMENTACIÓN**

Las evaluaciones llevadas a cabo en la etapa anterior hacen posible mejorar todas y cada una de las etapas realizadas. Estas mejoras tendrán que perfeccionar el sistema de la gerencia tecnológica en el laboratorio de mediciones eléctricas.

### **5.15 FASE 16: DISEÑO Y ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL LABORATORIO**

Esta etapa trata de establecer algunas directrices organizacionales para poder llevar con eficacia el modelo tecnológico planteado para el laboratorio de mediciones eléctricas.

## CAPÍTULO VI

### 6. COCLUSIONES, APORTES Y TRABAJOS FUTUROS

#### 6.1 CONCLUSIONES

Al finalizar este trabajo de grado las conclusiones más importantes que proponen los autores son:

- Los proyectos planteados para el laboratorio de mediciones eléctricas, además de tener la finalidad de suplir las necesidades encontradas, tienen que ir de acuerdo con la misión y visión de la Universidad Industrial de Santander para que se justifique la ejecución de los mismos.
  
- Es importante soportar el desarrollo de proyectos tecnológicos con buenas fuentes de información como lo son el inventario tecnológico, la vigilancia tecnológica, la prospectiva tecnológica y la dupla amenazas – debilidades de la matriz DOFA, ya que estas son las que permiten identificar los problemas más relevantes a solucionar.
  
- El desarrollo de la primera etapa del modelo de gestión tecnológica propuesto para el laboratorio de mediciones eléctricas, tiene como finalidad plantear futuros proyectos para suplir las necesidades encontradas, de esta manera llegar a un buen nivel académico dentro de la comunidad universitaria.

- Adecuar la cadena de valor propuesta por Michael Porter al laboratorio de mediciones eléctricas, es de suma importancia para identificar los diferentes procesos que se llevan a cabo en el mismo.
  
- El modelo de gestión tecnológica propuesto por los autores es importante, puesto que con él se obtienen resultados en los distintos procesos realizados en el laboratorio de mediciones eléctricas, no obstante, debe ejecutarse en todas sus etapas para observar resultados de mayor relevancia.
  
- Encontrar el nivel tecnológico actual del laboratorio de mediciones eléctricas se convierte en fuente importante de información que permite plantear una estrategia tecnológica de acuerdo a los objetivos de la E<sup>3</sup>T.
  
- En el modelo de gestión tecnológica esta involucrado un modelo pedagógico propuesto, enfocado en el aprendizaje significativo. Este método de enseñanza pretende enfocar al alumno hacia una mejor formación profesional.

## **6.2 APORTES**

- Se implemento una metodología de trabajo en la primera etapa del modelo de gestión tecnológica propuesto, la cual puede ser aplicada a cualquier laboratorio de ingeniería eléctrica, empezando con un inventario tecnológico para posteriormente implementar la cadena de valor y así determinar los procesos mas importantes de un laboratorio, seguido a ello se realiza una vigilancia y prospectiva tecnológica, con ello la definición de los niveles

tecnológicos de dichos procesos para finalizar con la evaluación del nivel tecnológico real en el que se encuentra el laboratorio.

- Se elaboró un formato de los niveles tecnológicos de los diferentes procesos llevados a cabo en los laboratorios de ingeniería eléctrica, dichos formatos pueden ser aplicados a los laboratorios de otros programas académicos.
- Se diseñó un formato de encuesta DOFA aplicable a laboratorios de metrología eléctrica.
- Se diseñó un modelo pedagógico enfocado al aprendizaje significativo con la particularidad de poder ser aplicado en las diferentes asignaturas de la E<sup>3</sup>T.

### **6.3 PROYECTOS FUTUROS**

- Debido a que el modelo de gestión tecnológico propuesto, aplicado al laboratorio de mediciones eléctricas, solo se llevó a cabo en su primera etapa, se recomienda desarrollar la planificación, adquisición y transferencia tecnológica en un proyecto futuro.
- Aplicar el modelo de gestión tecnológica propuesto, a los demás laboratorios de la E<sup>3</sup>T.
- Implementar los dos proyectos planteados, el LABMEDEL y el aula virtual definidos en el capítulo VI de esta tesis de grado, con el objetivo de optimizar el proceso de aprendizaje del estudiante.

- Se recomienda crear líneas de investigación enfocadas a la metrología eléctrica, con miras a ofrecer servicios a la industria.
- Los autores consideran importante la necesidad de crear una asignatura dedicada a la seguridad industrial enfocada al sector eléctrico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ZORRILLA Hernando; "La Gerencia del conocimiento y la Gestión Tecnológica" 1998.
- [2] BENAVIDES Carlos; Tecnología, innovación y empresa. Madrid, España, 1998.
- [3] WIKIPEDIA, La enciclopedia Libre.
- [4] Microsoft. Enciclopedia Encarta.
- [5] CARREÑO Pilar, JIMÉNEZ Patricia; Gestión tecnológica: evaluación del nivel tecnológico en la cadena de valor del área de distribución; Tesis de Grado Universidad Industrial de Santander.
- [6] ARGUELLES Antonio; Educación Basada en Normas de Competencia. 1996. México. Editorial Limusa. Primera edición.
- [7] NAVAS Marcos, ARBELAEZ Fidel; Desarrollo de un Modelo de Gestión Tecnológica Aplicable a Empresas del Sector Eléctrico Colombiano.
- [8] PALOP Fernando y VICENTE José M. Directores; Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva. Su Potencial para la Empresa Española.
- [9] HIDALGO Nuchera Antonio. La gestión de la tecnología como factor estratégico de la competitividad industrial. Escuela técnica superior de ingenieros industriales. Universidad politécnica de Madrid. España. 1999.

[10] MARTINEZ Pavez Carlos. Gestión de la tecnología y desarrollo de negocios tecnológicos. Universidad Mayor. Chile.2002.

[11] COLCIENCIAS. Criterios para evaluación de proyectos de I+D. Bogotá. 2003.

[12] DÍAZ-BARRIGA Arceo; HERNÁNDEZ Gerardo. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo, una interpretación constructivista. Mc Graw Hill, 2. Edición.

[13] AUSUBEL David Paul. Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo. 1997. México. Editorial Trillas. Décima reimpresión.

[14] SHUELL T. (1990). Revisión de la investigación educativa.

[15] [www.ing.unal.edu.co/progsfac/electrica\\_electronica/docs/programas/p\\_ingelectrica.html](http://www.ing.unal.edu.co/progsfac/electrica_electronica/docs/programas/p_ingelectrica.html)

[16] [www.ing.unal.edu.co/progsfac/electrica\\_electronica/docs/servicios/l\\_mediciones\\_electricas.html](http://www.ing.unal.edu.co/progsfac/electrica_electronica/docs/servicios/l_mediciones_electricas.html)

[17] [www.ing.unal.edu.co/progsfac/electrica\\_electronica/docs/servicios/l\\_metrologia\\_electrica.html](http://www.ing.unal.edu.co/progsfac/electrica_electronica/docs/servicios/l_metrologia_electrica.html)

[18] <http://electrica.uniandes.edu.co/manager.php?id=16>

[19] [www.univalle.edu.co/~electrica/curriculo.html](http://www.univalle.edu.co/~electrica/curriculo.html)

[20] [http://electrica.udea.edu.co/index.php?option=com\\_frontpage&Itemid=1](http://electrica.udea.edu.co/index.php?option=com_frontpage&Itemid=1)

[21] [www.uninorte.edu.co/programas/contenido.asp?ID=7#11](http://www.uninorte.edu.co/programas/contenido.asp?ID=7#11)

[22] <http://www.ingelec.uns.edu.ar/lmei2773>

[23] <http://cmportal.itesm.mx/wps/portal>

[24] <http://www.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/leme/labo.htm>

[25] <http://www.uma.es>

[26] <http://www.upm.es>

[27] [http://www.sic.gov.co/Informacion\\_Interes/Entidades%20acreditadas/Labs%20Calibracion/4-26.pdf](http://www.sic.gov.co/Informacion_Interes/Entidades%20acreditadas/Labs%20Calibracion/4-26.pdf)

## **ANEXOS**

**ANEXO A. NUEVOS EQUIPOS ADQUIRIDOS PARA EL LABORATORIO DE  
MÁQUINAS ELÉCTRICAS**

<b>REFERENCIA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
MS8226T	Multímetro digital TRMS
EX33101245	Multímetro gráfico u osciloscopio
LAV2	Multímetro de hierro móvil
CQ5030T	Osciloscopio analógico 30MHz
HTN450/8	Autotransformador trifásico, variador trifásico 6.24kva
Dqrt 96 – 0V	Voltímetro analógico de ca de panel 0 – 20 V
Aq96 – 300V	Voltímetro analógico de ca de panel 0 – 300 V
Aq96 – 10A	Amperímetro analógico de ca de panel 0 – 10 A
Aq96 – 20A	Amperímetro analógico de ca de panel 0 – 20 A
Aq96 – 50A	Amperímetro analógico de ca de panel 0 – 50 A
DL 1026AN	Máquina sincrónica trifásica con los siguientes accesorios:
DL 1026AEXN	Reóstato de excitación
DL 1030	Mesa de paralelo
DL 1013AR	Base de unión de las máquinas
650.015.400.F	Variador de velocidad ac
DL 1028DP	Motor de inducción monobásico, con accesorio.
DL1028DPAC	Módulo de condensadores
DL 1022N	Motor de inducción trifásico de rotor bobinado.
DL1017RHD3N	Reóstato de arranque

DL 1021N	Motor jaula de ardilla
DL 1023PN	Maquina en derivación de cc
DL 1017RHDN	Reóstato de arranque
DL 1017RHEN	Reóstato de excitación
DL 2035	Conmutador estrella – delta
DL 1029	Motor universal
DL 1026RN	Motor de reluctancia
DL 2109T04	Interruptores tripolares
PX110	Vatímetros monofasicos digitales
WATT1000/1	Vatímetros trifásicos 1kw
	Vatímetros trifásicos 5w
	Vatímetros trifásicos 2w
LAACC – 2A	Amperímetro analógico de cc 0 – 2A
LAACC – 10A	Amperímetro analógico de cc 0 – 10A
LAACC – 20A	Amperímetro analógico de cc 0 – 20A
LAACA – 5A	Amperímetro analógico de ca 0 – 5A
LAACA – 10A	Amperímetro analógico de ca 0 – 10A
TAR26P10 –5	Transformador de corriente 10/5A
TAR26P20 –5	Transformador de corriente 20/5A
TAR26P25 –5	Transformador de corriente 25/5A
TAR26P50 –5	Transformador de corriente 50/5A
TAR26P100 –5	Transformador de corriente 100/5A
LAA1	Miliamperímetro de cc
LAA1	Miliamperímetro de ca
LCV1E	Milivoltímetro de cc/ca
LAVCCCA-20V	Voltímetro analógico de cc– 20v
LAVCCCA-20V	Voltímetro analógico de ca– 20v

LAVCCCA-300V	Voltímetro analógico de cc- 300v
LAVCCCA-300V	Voltímetro analógico de ca- 300v
DL 2026R	Fototacómetro digital
DL 1017RN	Carga resistiva
DL 1017LN	Carga inductiva
DL 1017CN	Carga capacitiva
2115-IEC- 2550100	Juego de 32 cables
2115-IEC-200	Juego de 10 cables

**ANEXO B. ENCUESTA REALIZADA AL DOCENTE ENCARGADO DE LA  
ASIGNATURA DE MEDICIONES ELÉCTRICAS PARA LA DEFINICIÓN DE LOS  
PROCESOS PRIMARIOS DE LA CADENA DE VALOR**

**PLANEACIÓN DEL LABORATORIO**

1. ¿En que se basa y que tecnologías utiliza para diseñar el modelo pedagógico utilizado en la asignatura?

**RTA:** Actualmente la metodología se fundamenta en el paradigma de educación constructivista y se desarrolla mediante elementos de aprendizaje cooperativo, orientado principalmente, a la construcción del conocimiento, las tecnologías utilizadas son Video beam, TTL e Internet para consultas.

2. ¿Cómo Influye su grado de formación profesional en el momento de implementar el contenido temático de la asignatura?

**RTA:** Mi formación profesional me permite presentar las tendencias actuales que permita la formación profesional y así darle al estudiante una visión para donde vamos, que esta cambiando, como se esta modificando el proceso de mediciones, por que al final, la estructura básica es la misma en todo el proceso de mediciones, es decir, los principios básicos no cambian mucho pero si la forma como se están realizando con la tecnología, eso permite un poco desde la óptica profesional analizar esos temas.

3. ¿Influyen personas en la implementación del contenido temático de la asignatura? Si lo hacen de que forma.

**RTA:** Se revisan otros contenidos temáticos de otras universidades, consultas por Internet, libros y textos.

4. ¿Que filosofía de trabajo utiliza para el desarrollo de practicas en el laboratorio de mediciones eléctricas?

**RTA:** Actualmente la filosofía de trabajo utilizada se basa en que la práctica va ligada a la teoría, todo esto con el fin de afianzar y corroborar los conocimientos adquiridos teóricamente, mediante visitas técnicas y prácticas a nivel demostrativo (por falta de equipos) donde el estudiante participa como espectador.

5. ¿Realiza usted una prueba diagnostica de conocimientos a los estudiantes al inicio del semestre? Si la realiza con que fin lo hace.

**RTA:** No la realizo.

6. ¿Cuenta actualmente el laboratorio de mediciones eléctricas con guías de trabajo para el desarrollo de prácticas?

**RTA:** No existen, se encuentran algunas pero son borradores.

7. ¿Qué medios de información le sugiere a los alumnos para la investigación de los temas a tratar a lo largo del semestre?

**RTA:** Libros, Internet básicamente paginas, y bases de datos, sobre todo IEEE.

## EJECUCIÓN DEL LABORATORIO

8. ¿Qué personal intervienen para la realización de las prácticas?

**RTA:** Colaboración de docentes y técnico de maquinas eléctricas.

9. ¿Si no cuenta con guías de trabajo como llevan a cabo el desarrollo de las practicas?

**RTA:** Practicas demostrativas, se hicieron algunas guías básicas para realizar algunas mediciones que se le entregaban al estudiante en el momento de desarrollar la practica.

10. ¿Cómo identifican la tecnología apropiada para el desarrollo de las prácticas?

**RTA:** La tecnología a utilizar es identificada a criterio del profesor y el técnico.

**NOTA:** El nuevo laboratorio de maquinas permitirá mejorar la tecnología.

11. ¿Dan a conocer las normas de seguridad industrial de la tecnología a utilizar? Si son dadas, los alumnos las aplican correctamente.

**RTA:** Muy poco, no se sabe bien.

12. ¿Los alumnos en forma general aplican el conocimiento adquirido teóricamente en el momento de desarrollar la práctica?

**RTA:** En general deben hacerlo.

13. ¿Los alumnos son autónomos en algunos casos en el manejo de la tecnología?

**RTA:** No, falta más autonomía, esto se debe a que no se proponen actividades de este tipo.

## **EVALUACIÓN Y CONCLUSIONES DEL LABORATORIO**

14. ¿Al terminar una práctica se socializan los resultados? Si lo hacen quienes intervienen y de que forman lo hacen.

**RTA:** Se socializan básicamente las visitas técnicas, algunas prácticas a manera de discusiones en clase, no existe ninguna tecnología para ello.

15. ¿Qué tecnologías utilizan para la socializar los resultados?

**RTA:** Discusiones en clase.

16. ¿El ambiente de socialización de los resultados es el apropiado?

**RTA:** No, debería ampliarse.

17. ¿Se presentan informes de las prácticas realizadas?

**RTA:** Si.

18. ¿Qué tecnologías utilizan para la elaboración de los informes?

**RTA:** El computador y software de edición.

**19.** ¿Se realizan realimentación de las prácticas?

**RTA:** Se trabaja todo en la socialización.

**20.** ¿De que forman se realizan las realimentaciones de las prácticas?

**RTA:** Se trabaja todo en la socialización

## **ANEXO C. LABORATORIO DE PATRONAMIENTO DE EQUIPO ELÉCTRICO DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE (COLOMBIA)**

El laboratorio de patronamiento de equipo eléctrico está adscrito a la escuela de ingeniería eléctrica y electrónica de la Universidad del Valle, en 1996 abrió sus puertas y empieza a desarrollar actividades preliminares encaminadas a dar soporte a los cursos de medidas eléctricas y a ofrecer servicios a la industria.

Considerando las crecientes necesidades de la región y el país, de contar con laboratorios que certificaran la calibración y precisión de los equipos utilizados en la medición de magnitudes eléctricas, el laboratorio concentra sus esfuerzos en ser partícipe del sistema nacional de normalización, certificación y metrología como laboratorio acreditado, logrando su objetivo exactamente un año después.

### **Misión**

Contribuir con el sistema nacional de calidad, participando en la realización de las pruebas y ensayos requeridos para la evaluación de la calidad de los equipos eléctricos, enfocando los esfuerzos a satisfacer las expectativas de los clientes mediante la innovación, la calidad y la excelencia de los servicios que se ofrecen. Implementando un afirme filosofía que asegure el desarrollo humano y el compromiso de los colaboradores con los objetivos propuestos.

### **Visión**

Contribuir con el desarrollo de una cultura que integre en los procesos de gestión de calidad de los clientes, el concepto e importancia de un sistema de mediciones

confiable; a través del ofrecimiento de servicios de calibración, capacitación y asesoría en metrología eléctrica.

### **Objetivos**

Contribuir al mejoramiento de la calidad y confiabilidad de productos, equipos y materiales utilizados en la industria del sector eléctrico colombiano. Impulsar la investigación, con el fin de contribuir a la solución de problemas especificaciones y a la innovación tecnológica en la industria nacional.

### **Servicios**

Su actividad principal se centra en la calibración de equipos que miden magnitudes eléctricas instantáneas, tales como:

- Amperímetros análogos y digitales (AC y DC).
- Voltímetros análogos y digitales (AC y DC).
- Pinzas amperimétricas y voltiamperimétricas.
- Vatímetros análogos y digitales (AC y DC).
- Medidores de ángulo de fase y factor de potencia.

Además de las actividades de calibración, el laboratorio está en capacidad de brindar capacitación y asesoría en:

- Aseguramiento metrológico.

- Conceptos básicos de metrología.
- Control de equipos de medición y ensayo.
- Procesos para la acreditación de Laboratorios.
- Medidores de ángulo de fase y factor de potencia.
- Pasantía en metrología eléctrica.

### **Recursos**

Para el ofrecimiento de los servicios, el laboratorio cuenta con equipos de alta tecnología, recurso humano altamente calificado, y toda la infraestructura necesaria para mantener condiciones ambientales controladas, y que minimizan la incertidumbre de medición en la calibración de sus equipos.

Algunos de los instrumentos y patrones empleados en los procesos de calibración son:

- Calibrador Fluke 5500A.
- Amplificador de corriente (Pinzas).
- Resistencia patrón.
- Multimetro digital.
- Caja de resistencias para verificación de medidores de resistencia de aislamiento.

Todos, instrumentos que aseguran trazabilidad hacia patrones nacionales e internacionales.

### **Acreditación**

El 13 de Agosto de 1997 bajo Resolución 1226, la Superintendencia de Industria y Comercio, otorga la acreditación al LPEE.

El 6 de Noviembre de 2001, La Acreditación es renovada, esta vez bajo Resolución 36966.

### **Contacto**

[lpee@univalle.edu.co](mailto:lpee@univalle.edu.co)

Teléfonos 2 3334252 – 3212478; Fax 3212151.

**ANEXO D. INVENTARIO DEL ALMACÉN Y REGLAMENTO DE LOS  
LABORATORIOS DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y  
ELECTRÓNICA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS  
SUPERIORES DE MONTERREY (MÉXICO)**

En los almacenes de los laboratorios del departamento de ingeniería eléctrica y electrónica, se puede encontrar los siguientes equipos:

EQUIPOS
Analizadores de espectros.
Analizadores de estado sólido.
Puentes universales.
Kits de fibra ópticas.
Microcontroladores y microprocesadores.
Sintonizadores de audio y de video
Transmisores y receptores de microondas, radiofrecuencias, telefonía y fibras ópticas.
Kits de telefonía.
Kits de comunicaciones digitales y analógicas.
Kits de antenas y líneas de transmisión.
Instrumentos de medición (luz, velocidad, PH, resistencia, temperatura, ruido, etc.)
Osciloscopios digitales de última generación.
Generadores.
Fuentes Digitales.
Multímetros.
Programadores de EPROMS.
Osciloscopio 2232 Tektronix.
Osciloscopio 2225 Tektronix.
Osciloscopio T912 Tektronix.
Osciloscopio 2213A Tektronix.
Osciloscopio 2235 Tektronix.
Osciloscopio 112M Degem Systems.
Osciloscopio 2246A Tektronix.
Analizador de espectros 2710 Tektronix.

Analizador de espectros 3580A Hewlett-Packard.
Analizador lógico K-50 Gould.
Analizador lógico 1230 Tektronix.
Programador de Eproms Jameco Electronics.
Programador de Eproms Art Eprom Programmer.
Módulo de evaluación Motorola.
Generador de funciones Tektronix CFG250.
Generador de funciones Hewlett Packard 3312A.
Frecuenciómetros Tektronix CFC250.
Multímetro digital Beckman Circuitmate DM25L.
Multímetro digital Beckman Circuitmate DM25XL.
Switching power supply Lambda.
Switching power supply L-Com.
Fuente de voltaje Hewlett-Packard 6212A.
Fuente de voltaje IEP.
Fuente de voltaje Hewlett Packard 6237B.
Power supply base Science Instrument.
Pang power supply Degem System.
Puente de impedancias Hewlett-Packard 4263A.
Puente de impedancias Hewlett-Packard 4162A.
Tarjeta de microondas Science Instrument SIP3651A.
Tarjeta de microondas Science Instrument SIP3652A.
Tarjeta de fibra óptica Science Instrument SIP3751.
Tarjeta de fibra óptica Science Instrument SIP3752.
Tarjeta de fibra óptica Science Instrument SIP3753.
Multímetro digital BK Precisión 2802.
Multímetro digital Hewlett-Packard 3476A.
Multímetro digital Precisión PD504.
Multímetro analo-digital Sanwa Digiana.
Fuente de poder Pasco Scientifics SF9583.
RF Probe Beckman RF221.
Generador de RF Degem System 160.
Base de tiempo Hewlett-Packard 17108A.
Synthesizer function gen Hewlett-Packard 3325A.
Graficador Hewlett-Packard 7035B.
Kit 6802A5 Motorola.
Kit 8085 Intel.
Kit 8086 Intel.
Logic probe Electronics.
Logic probe Beckman.

Master builder Science Instrument S300B.
AC DC Volt ammeter Dayton Electric.
AC DC Current clamp Beckman.
Computadora IBM PC XT.
Computadora IBM PS/2.
Counter time Degem System.
Component TV generator Tektronix.
Dynamic signal analyzer Hewlett Packard.
Optoelectronics compo Science Instrument.
AM Modulator and Synch Degem system.
AM Receiver Tuner Degem System.
IF and audio amplifiers Degem System.
FM oscilator ratio Degem System.
IF amplifier limiter Degem System.
Local oscilator and mix Degem System.
AM FM oscilator amplifier Degem System.
Transmitting circuits Degem System.
Receiving circuits Degem System.
FSK Modulator Degem System.
FSK receiver Degem System.
FSK demodulator Degem System.
Voltage controller Degem System.
Crystal oscilator Degem System.
Phase detectors Degem System.
Programmable frequency Degem System.
Low pass filter and amplifi Degem System.
Monitor and control circ Degem System.
Synch word gen and sig Degem System.
PCM modulator Degem System.
Sampling and multiplexing Degem System.
PCM modulator timing Degem System.
Shynchronization circuits Degem System.
PCM demodulator Degem System.
Channel one modulator Degem System.
Channel two modulator Degem System.
RF power meter Degem Sytem.
Channel one demodulator Degem System.
Carrier and signalling gen Degem System.
Hybrid & Interfacing circ. Degem System.

## REGLAMENTO DEL LABORATORIO DE MEDICIONES ELÉCTRICAS

- Los alumnos inscritos deben conocer y aceptar los términos y condiciones del reglamento para hacer uso de las instalaciones, solicitar material electrónico y manuales.
- Mantener orden y disciplina.
- Prohibido fumar, ingerir alimentos y/o bebidas en las salas de laboratorio.
- Tienen prioridad las clases de laboratorio sobre cualquier otra actividad individual o grupal.
- No se permite la entrada de alumnos ajenos a la clase de laboratorio. Fuera del horario de clase se puede trabajar de manera individual en coordinación con el encargado de laboratorio, desocupando el salón 15 minutos antes de una clase.
- El préstamo de equipo y material de cada práctica se realizará dentro de los primeros 15 minutos de la hora de inicio de la sesión y la entrega dentro de los 15 minutos anteriores al término de la misma.
- Sólo se entregará material a quien presente un vale personal por equipo y credencial de actualizada.
- Si algún alumno es sorprendido sacando material de laboratorio a nombre de otra persona, de otra materia ó práctica diferente a la que se especifica en el vale, se le suspenderá el servicio. No hay préstamo de material (componentes) para proyectos de materias teóricas que no tengan asignado laboratorio.
- El equipo o material deberá devolverse al almacén en buenas condiciones. La reparación o reposición del equipo dañado será responsabilidad del causante del desperfecto.
- El equipo asignado a una sala no podrá ser movido de lugar.
- No se permite la salida de equipo fuera del campus.
- Las computadoras que tengan instalado algún programador serán utilizadas solamente para programar dispositivos programables.
- Queda estrictamente prohibido abrir cualquier equipo.

- Para solicitar el préstamo de manuales, se deberá presentar credencial actualizada. La consulta se realizará exclusivamente dentro del laboratorio. Para fotocopiar algún manual, se proporcionará un tiempo de préstamo máximo de 10 minutos.
- Cualquier mal funcionamiento de las instalaciones del laboratorio, deberá ser reportado al encargado para su reparación.
- Si el usuario desconoce el funcionamiento del equipo, deberá pedir asesoría a su profesor o en su ausencia al encargado del laboratorio.
- Una semana antes de iniciar exámenes finales, se entregará una lista de los alumnos que adeudan material o equipo, si no se devuelve serán suspendidos.
- El uso de las impresoras es exclusivamente para la impresión de gráficos, cualquier texto será impreso en el CCI. Revise sus documentos para evitar el desperdicio de tinta y papel.
- Los lockers deberán ser solicitados al almacén. Los alumnos que firmen el vale son responsables de mantenerlos en buenas condiciones y de hacer buen uso de los mismos.
- Al término del semestre se deberán desocupar los lockers, en caso de no hacerlo, ocasionará la pérdida del candado (corte) y desalojo del mismo.
- Prohibido trabajar con cloruro férrico, ácidos y químicos, dentro de las salas de laboratorio, o áreas adyacentes (pasillos, lockers, escaleras, baños y otros).
- El usuario que no cumpla con estas políticas, recibirá sanciones de acuerdo a la gravedad del caso. Estas sanciones contemplarán la suspensión del servicio parcial o total, u otras que el director de departamento determine.

**ANEXO E. INVENTARIO DE EQUIPOS CON EL QUE CUENTA EL  
LABORATORIO DE DE ENSAYOS Y MEDICIONES ELÉCTRICAS, LEME, DE  
LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA (ARGENTINA)**

<b>INSTRUMENTO</b>	<b>MARCA / MODELO</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Osciloscopio	Tektronix - TDS 336	Dos canales; 200MHz; 1Gs/s
Osciloscopio	Tektronix - TDS 210	Dos canales; 60MHz; 1Gs/s
Osciloscopio	Hewlett Packard	Dos canales; 60MHz; 1Gs/s
Osciloscopio	Kenwood - CS 5355	Dos canales; 50MHz
Medidor de Energía	Landis & Gyr - TVE 102/1	Med. de Energía Activa Trifásico; Clase: 0,05
Medidor de Energía y Potencia	Zera - TPZ 308	Med. de Energía y Potencia Activa, Reactiva y Aparente, Trifásico; Clase: 0,2
Medidor de Energía	Landis & Gyr - C2FP73E1	Med. de Energía Activa Trifásico; Clase: 0,5
Medidor de Energía	Landis & Gyr - MFP73E1	Med. de Energía Activa Trifásico; Clase: 0,5
Medidor de Energía	Landis & Gyr - CF3E1e	Med. de Energía Activa Monofásico; Clase: 0,5
Medidor de Energía	Landis & Gyr - CF3E1e	Med. de Energía Activa Monofásico; Clase: 0,5
Medidor de Energía y Potencia	Merlin Gerin - Power Logic PM 700	Med. de Energía y Potencia Activa., Reactiva y Aparente, Trifásico; Clase: 1
Multímetro	Hewlett Packard - 34401 A	6½ Digitos
Multímetro (2)	Hewlett Packard - 974 A	4½ Digitos
Multímetro (6)	Hewlett Packard - 972 A	3½ Digitos
Multímetro	Fluke - 8810 A	5½ Digitos

Multímetro	Fluke - 8012 A	3½ Dígitos
Multímetro	Fluke - 8010 A	3½ Dígitos
Fuente de alimentación DC	Hewlett Packard - 6209 B	0-320V / 0-0,1A
Analizador de Potencia de Armónicos	Fluke - 41 B	Med. de Potencia Activa., Reactiva y Aparente, Factor de Potencia, Distorsión Armónica
Compensador	Siemens	Tipo Raps; Clase: 0,1
Puente de Thomson	Siemens	
Puente de Wheatstone	Siemens, Sullivan	
Resistencias	Siemens & Halske	0,0001; 0,001; 0,01; 0,1; 1; 10 Ohm
Resistencias	Hewlett Packard	100; 1.000 Ohm
Resistencias	Leeds & Northrup CO	1.000 Ohm
Caja de Resistencias	Hartmann & Braun	0,1 a 4.000 Ohm
Caja de Resistencias	Cable & Wireless Ltd.	25 a 200.000 Ohm
Generador de Señales Sintetizado	Stanford Research Systems - DS 345	
Derivador Coaxial Compensado *		
Derivador		

## **ANEXO F. ENCUESTA REALIZADA A DOCENTES DE LA E<sup>3</sup>T REFERENTE A LOS NIVELES DE LOS PROCESOS DEL LABORATORIO DE MEDICIONES ELÉCTRICAS**

Como se ha mencionado en varias oportunidades, existen dos tipos de procesos analizados para definir el nivel tecnológico del laboratorio de mediciones eléctricas:

- Subprocesos de la cadena de valor, derivados de los procesos primarios del laboratorio de mediciones eléctricas.
- Procesos generales del laboratorio de mediciones eléctricas, en donde se integran de alguna manera todas las actividades involucradas en el mismo.

Para fijar los porcentajes en los niveles tecnológicos de los procesos del laboratorio se realizó una encuesta a dos profesores de Ingeniería Eléctrica pertenecientes a la E<sup>3</sup>T, los resultados obtenidos se tabularon y se plasmaron en el formato diseñado para tal fin.

A continuación se muestran las tablas con el valor total ponderado de cada proceso y subproceso del laboratorio, seguido a ello se encuentran las tablas con el valor esperado, según la opinión de los docentes encuestados.

## NIVEL TECNOLÓGICO REAL ACTUAL DE LOS PROCESOS GENERALES DEL LABORATORIO DE MEDICIONES ELÉCTRICAS

PROCESO	Descripción del Nivel	Nivel de Tecnología						Total Ponderado
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6	
		Bajo	Medio	Normal	Normal alto	Alto	Superior	
PROCESO ACADÉMICO		El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas estudia no para adquirir conocimientos sino para obtener calificaciones que le permitan aprobar la materia.	El alumno estudia por voluntad propia el contenido temático de la asignatura de mediciones eléctricas propuesto por el profesor.	El alumno además de estudiar el contenido temático de la asignatura de mediciones eléctricas, busca, analiza y comprende nuevos temas relacionados con el currículo y así obtener una buena formación profesional.	El estudiante del laboratorio de mediciones eléctricas se inclina por una línea de investigación, la interpreta y realiza aportes a la asignatura.	El estudiante del laboratorio de mediciones eléctricas además de inclinarse por una línea de investigación, interpretarla y realizar aportes a la asignatura, comparte sus conocimientos con estudiantes de otras universidades por medio de un canal informativo.	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas enfoca sus estudios académicos con miras a brindar soluciones a las necesidades de la industria.	2.25
	% Existencia	50%	20%	10%	5%	5%	10%	
	%Profundización	100%	100%	100%	100%	100%	100%	

PROCESO		Nivel de Tecnología						Total Ponderado	
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6		
		Bajo	Medio	Normal	Normal alto	Alto	Superior		
PROCESO ADMINISTRATIVO	Descripción del Nivel	La delegación de los cargos no está organizada, es decir, no se cuenta con roles de trabajo.	Cada integrante administrativo del laboratorio conoce sus funciones, depende de un funcionario superior y delega actividades a sus subalternos.	Todos los funcionarios del laboratorio viven en un cambio constante de aptitud y actitud, con miras a aumentar la eficiencia en el trabajo, bajo los esquemas establecidos por las directrices de la E3T.	Cada trabajador aparte de conocer sus funciones básicas, tiene sentido de pertenencia con el laboratorio en pro de cumplir con la misión y la visión de la E3T.	La administración del laboratorio tiene relación permanente con la industria, con el objetivo de ofrecer resultados a las necesidades del sector productivo.	Los directivos administrativos del laboratorio de mediciones eléctricas en unión con los demás funcionarios, centran sus trabajos en crear un centro de investigación y desarrollo, formando de esta manera una relación estrecha entre el sector productivo la universidad y el estado.	1	
		<b>% Existencia</b>	<b>100%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>		<b>0%</b>
		<b>%Profundización</b>	<b>100%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>		<b>0%</b>

PROCESO		Nivel de Tecnología						Total Ponderado	
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6		
		No existencia	Medio	Normal	Normal alto	Alto	Superior		
PROCESO TECNOLÓGICO	Descripción del Nivel	No existe laboratorio propio de mediciones eléctricas, ni se cuenta con tecnología tipo hardware para el desarrollo de prácticas.	Se utiliza laboratorios y tecnologías de otras asignaturas para el desarrollo de prácticas.	Existe el laboratorio de mediciones eléctricas y cuenta con su propio espacio físico y tecnología para el desarrollo de prácticas básicas.	Existe el laboratorio de mediciones eléctricas, dividido en dos secciones, uno básico para el desarrollo de prácticas y otro de calibración para equipos de la E3T.	Existe el laboratorio de mediciones eléctricas, dividido en tres secciones, uno básico para el desarrollo de practicas, el de calibración para equipos de la E3T y por ultimo el de investigación para el desarrollo propio de tecnología, todo lo anterior en un espacio fisico con instalaciones adecuadas y condiciones de temperatura, humedad relativa y presión controlables.	El laboratorio de mediciones presta servicios a la industria en el área de calibración de equipos certificado por la superintendencia de industria y comercio.	1.2	
		<b>% Existencia</b>	<b>80%</b>	<b>20%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>		<b>0%</b>
		<b>%Profundización</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>		<b>0%</b>

**NIVEL TECNOLÓGICO REAL ACTUAL DE LOS SUBPROCESOS DE LA CADENA DE VALOR DEL  
LABORATORIO DE MEDICIONES ELÉCTRICAS**

**PLANEACIÓN DEL LABORATORIO**

Descripción		Nivel de Tecnología				Total Ponderado	
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4		
		Bajo	Medio	Normal	Alto		
<b>Modelar y diseñar estrategias pedagógicas a utilizar</b>	<b>Descripción del Nivel</b>	El docente realiza el diseño de la estrategia pedagógica solo y lo hace manualmente.	El docente realiza el diseño de la estrategia pedagógica solo y utiliza el computador como herramienta de trabajo.	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas diseña la estrategia pedagógica en colaboración de sus compañeros de trabajo y/o expertos en el tema utilizando el computador como herramienta tecnológica.	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas diseña la estrategia pedagógica utilizando Internet como canal de comunicación con profesores dedicados a la misma asignatura en universidades nacionales y extranjeras.	<b>1.89</b>	
		<b>%Existencia</b>	<b>15%</b>	<b>80%</b>	<b>0%</b>		<b>5%</b>
		<b>%Profundización</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>0%</b>		<b>40%</b>

Descripción		Nivel de Tecnología					Total Ponderado	
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5		
		Bajo	Medio	Normal	Alto	Superior		
Elegir el contenido temático de la asignatura.	Descripción del Nivel	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas escoge el contenido temático de la asignatura de manera autónoma utilizando libros y lo elabora en forma manual.	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas escoge el contenido temático de la asignatura de manera autónoma utilizando libros, revisando contenidos temáticos de otras universidades y lo elabora usando el computador.	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas elige el contenido temático de la asignatura apoyándose en otros docentes de la universidad con experiencia en la asignatura, para ello utiliza el correo electrónico como medio de comunicación.	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas elige el contenido temático de la asignatura apoyándose en expertos de universidades extranjeras con experiencia en la asignatura, para ello utiliza el correo electrónico como medio de comunicación.	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas elige parte del contenido temático de la asignatura apoyándose en ingenieros electricistas egresados de la E3T, los cuales le expresan los temas de importancia en la industria.	1.79	
		<b>%Existencia</b>	<b>30%</b>	<b>60%</b>	<b>0%</b>	<b>10%</b>		<b>0%</b>
		<b>% Profundización</b>	<b>80%</b>	<b>80%</b>	<b>0%</b>	<b>40%</b>		<b>0%</b>

Descripción		Nivel de Tecnología				Total Ponderado	
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4		
		No existencia	Medio	Normal	Alto		
Diseñar guías de laboratorio	Descripción del Nivel	En el laboratorio de mediciones eléctricas no existen guías de laboratorio.	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas diseña las guías de manera autónoma acorde al contenido temático de la asignatura y lo elabora en forma manual.	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas diseña las guías de manera autónoma acorde al contenido temático de la asignatura y lo elabora usando el computador.	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas diseña las guías teniendo en cuenta universidades extranjeras mediante Internet y las necesidades del sector industrial del país.	2.67	
		<b>% Existencia</b>	<b>10%</b>	<b>20%</b>	<b>60%</b>		<b>10%</b>
		<b>%Profundización</b>	<b>100%</b>	<b>80%</b>	<b>80%</b>		<b>100%</b>

## EJECUCIÓN DEL LABORATORIO

Descripción		Nivel de Tecnología				Total Ponderado	
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4		
		Medio	Normal	Alto	Superior		
Estudiar y comprender la guía de trabajo por parte del alumno	Descripción del Nivel	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas orienta al alumno en la comprensión de la guía de trabajo.	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas comprende por si mismo la guía de trabajo utilizando los libros recomendados por el docente de la asignatura.	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas comprende por si mismo la guía de trabajo mediante páginas de Internet relacionadas con el tema.	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas además de comprender por si mismo la guía de trabajo proyecta sus conocimientos a soluciones industriales.	<b>1.10</b>	
		<b>%Existencia</b>	<b>85%</b>	<b>10%</b>	<b>5%</b>		<b>0%</b>
		<b>%Profundización</b>	<b>80%</b>	<b>60%</b>	<b>20%</b>		<b>0%</b>

Descripción		Nivel de Tecnología				Total Ponderado	
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4		
		Medio	Normal	Alto	Superior		
Identificar la tecnología a utilizar	Descripción del Nivel	El docente del laboratorio con el laboratorista de mediciones eléctricas no identifican la tecnología a utilizar.	El docente del laboratorio junto con el laboratorista de mediciones eléctricas identifican la tecnología a utilizar mediante la ayuda de terceros expertos en el tema.	El docente del laboratorio junto con el laboratorista de mediciones eléctricas identifican la tecnología a utilizar basándose en consultas realizadas por ellos.	El docente del laboratorio junto con el laboratorista de mediciones eléctricas identifican la tecnología a utilizar mediante su grado de conocimiento y experiencia.	2.94	
		<b>%Existencia</b>	<b>0%</b>	<b>20%</b>	<b>70%</b>		<b>10%</b>
		<b>%Profundización</b>	<b>0%</b>	<b>40%</b>	<b>80%</b>		<b>40%</b>

Descripción		Nivel de Tecnología				Total Ponderado	
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4		
		Medio	Normal	Alto	Superior		
Desarrollar la práctica	Descripción del Nivel	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas orienta al alumno en el desarrollo de la práctica.	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas desarrolla la guía de trabajo utilizando los libros recomendados por el docente de la asignatura y los apuntes de clase.	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas desarrolla la guía de trabajo utilizando una vía alterna a la planteada por el docente, para esto se documenta a través de Internet.	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas enfoca el desarrollo de la práctica a posibles soluciones de problemas en la industria, para esto se comunica con estudiantes de otros planteles educativos a través de Internet.	1.54	
		<b>% Existencia</b>	<b>50%</b>	<b>25%</b>	<b>20%</b>		<b>5%</b>
		<b>%Profundización</b>	<b>80%</b>	<b>50%</b>	<b>50%</b>		<b>10%</b>

### EVALUACIÓN Y CONCLUSIONES DEL LABORATORIO

Descripción		Nivel de Tecnología				Total Ponderado	
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4		
		No existencia	Medio	Normal	Alto		
Socializar los resultados del laboratorio con los compañeros del curso	Descripción del Nivel	No existe la socialización de resultados en el laboratorio de mediciones eléctricas.	Se realiza la socialización de resultados, donde el profesor del laboratorio de mediciones eléctricas es el eje central o tutor.	En la socialización de resultados intervienen los alumnos, el docente y un ingeniero electricista con experiencia laboral egresado de la E3T, con el objetivo de tener un punto de vista del sector industrial en la práctica de laboratorio realizada.	Además de realizarse la socialización entre los alumnos, el docente, y un ingeniero electricista con experiencia laboral egresado de la E3T, se archivan las propuestas y opiniones de los partícipes en una base de datos la cual podrá ser consultada posteriormente.	<b>1.33</b>	
		<b>% Existencia</b>	<b>60%</b>	<b>40%</b>	<b>0%</b>		<b>0%</b>
		<b>%Profundización</b>	<b>80%</b>	<b>60%</b>	<b>0%</b>		<b>0%</b>

Descripción		Nivel de Tecnología				Total Ponderado	
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4		
		Medio	Normal	Alto	Superior		
Elaborar y presentar el informe	Descripción del Nivel	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas elabora el informe de forma manual.	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas elabora el informe mediante la consulta de libros, apuntes de clase, utilización de la calculadora y el computador.	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas elabora el informe de la práctica basándose en la consulta de expertos locales y externos vía Internet y además utilizando programas de simulación.	El estudiante del laboratorio de mediciones eléctricas elabora y presenta el informe y enfoca sus resultados hacia posibles utilidades en la industria.	1.8	
		<b>%Existencia</b>	<b>20%</b>	<b>80%</b>	<b>0%</b>		<b>0%</b>
		<b>%Profundización</b>	<b>80%</b>	<b>80%</b>	<b>0%</b>		<b>0%</b>

Descripción		Nivel de Tecnología					Total Ponderado	
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5		
		No existencia	Medio	Normal	Alto	Superior		
Efectuar la realimentación del laboratorio	Descripción del Nivel	En el laboratorio de mediciones eléctricas no se efectúa realimentación de las prácticas.	La realimentación de las prácticas del laboratorio se realiza entre el profesor, el laboratorista y el alumno una vez entregado el informe final de cada práctica.	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas después de haber realizado la realimentación hace aportes importantes tanto al laboratorio como a las industrias visitadas.	La realimentación de las prácticas del laboratorio de mediciones eléctricas se realiza mediante un portal del profesor donde los estudiantes registran sus opiniones.	La realimentación de las prácticas del laboratorio de mediciones eléctricas se realiza a través de un laboratorio virtual en el cual participan tanto estudiantes, docentes, egresados y personal administrativo, en este laboratorio virtual los participes tienen la oportunidad de interactuar en línea.	1.22	
		<b>%Existencia</b>	<b>80%</b>	<b>15%</b>	<b>5%</b>	<b>0%</b>		<b>0%</b>
		<b>%Profundización</b>	<b>60%</b>	<b>60%</b>	<b>40%</b>	<b>0%</b>		<b>0%</b>

**NIVEL TECNOLÓGICO ESPERADO DE LOS PROCESOS GENERALES DEL LABORATORIO DE MEDICIONES ELÉCTRICAS**

PROCESO		Nivel de Tecnología						Total Ponderado	
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6		
		Bajo	Medio	Normal	Normal alto	Alto	Superior		
PROCESO ACADÉMICO	Descripción del Nivel	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas estudia no para adquirir conocimientos sino para obtener calificaciones que le permitan aprobar la materia.	El alumno estudia por voluntad propia el contenido temático de la asignatura de mediciones eléctricas propuesto por el profesor.	El alumno además de estudiar el contenido temático de la asignatura de mediciones eléctricas, busca, analiza y comprende nuevos temas relacionados con el currículo y así obtener una buena formación profesional.	El estudiante del laboratorio de mediciones eléctricas se inclina por una línea de investigación, la interpreta y realiza aportes a la asignatura.	El estudiante del laboratorio de mediciones eléctricas además de inclinarse por una línea de investigación, interpretarla y realizar aportes a la asignatura, comparte sus conocimientos con estudiantes de otras universidades por medio de un canal informativo.	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas enfoca sus estudios académicos con miras a brindar soluciones a las necesidades de la industria.	4.49	
		<b>% Existencia</b>	<b>0%</b>	<b>10%</b>	<b>15%</b>	<b>20%</b>	<b>15%</b>		<b>40%</b>
		<b>%Profundización</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>80%</b>	<b>90%</b>		<b>80%</b>

PROCESO		Nivel de Tecnología						Total Ponderado	
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6		
		Bajo	Medio	Normal	Normal alto	Alto	Superior		
PROCESO ADMINISTRATIVO	Descripción del Nivel	La delegación de los cargos no está organizada, es decir, no se cuenta con roles de trabajo.	Cada integrante administrativo del laboratorio conoce sus funciones, depende de un funcionario superior y delega actividades a sus subalternos.	Todos los funcionarios del laboratorio viven en un cambio constante de aptitud y actitud, con miras a aumentar la eficiencia en el trabajo, bajo los esquemas establecidos por las directrices de la E3T.	Cada trabajador aparte de conocer sus funciones básicas, tiene sentido de pertenencia con el laboratorio en pro de cumplir con la misión y la visión de la E3T.	La administración del laboratorio tiene relación permanente con la industria, con el objetivo de ofrecer resultados a las necesidades del sector productivo.	Los directivos administrativos del laboratorio de mediciones eléctricas en unión con los demás funcionarios, centran sus trabajos en crear un centro de investigación y desarrollo, formando de esta manera una relación estrecha entre el sector productivo la universidad y el estado.	4.73	
		<b>% Existencia</b>	<b>0%</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>	<b>30%</b>		<b>40%</b>
		<b>%Profundización</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>80%</b>		<b>90%</b>

PROCESO		Nivel de Tecnología						Total Ponderado	
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6		
		No existencia	Medio	Normal	Normal alto	Alto	Superior		
PROCESO TECNOLÓGICO	Descripción del Nivel	No existe laboratorio propio de mediciones eléctricas, ni se cuenta con tecnología tipo hardware para el desarrollo de prácticas.	Se utiliza laboratorio s y tecnologías de otras asignaturas para el desarrollo de prácticas.	Existe el laboratorio de medicione s eléctricas y cuenta con su propio espacio físico y tecnología para el desarrollo de prácticas básicas.	Existe el laboratorio de medicione s eléctricas, dividido en dos secciones, uno básico para el desarrollo de prácticas y otro de calibración para equipos de la E3T.	Existe el laboratorio de mediciones eléctricas, dividido en tres secciones, uno básico para el desarrollo de practicas, el de calibración para equipos de la E3T y por ultimo el de investigación para el desarrollo propio de tecnología, todo lo anterior en un espacio físico con instalaciones adecuadas y condiciones de temperatura, humedad relativa y presión controlables.	El laboratorio de mediciones presta servicios a la industria en el área de calibración de equipos certificado por la superintendencia de industria y comercio.	5.1	
		% Existencia	0%	0%	0%	0%	90%		10%
		%Profundización	0%	0%	0%	0%	80%		80%

**NIVEL TECNOLÓGICO ESPERADO DE LOS SUBPROCESOS DE LA CADENA DE VALOR DEL  
LABORATORIO DE MEDICIONES ELÉCTRICAS**

**PLANEACIÓN DEL LABORATORIO**

Descripción		Nivel de Tecnología				Total Ponderado	
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4		
		Bajo	Medio	Normal	Alto		
<b>Modelar y diseñar estrategias pedagógicas a utilizar</b>	<b>Descripción del Nivel</b>	El docente realiza el diseño de la estrategia pedagógica solo y lo hace manualmente.	El docente realiza el diseño de la estrategia pedagógica solo y utiliza el computador como herramienta de trabajo.	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas diseña la estrategia pedagógica en colaboración de sus compañeros de trabajo y/o expertos en el tema utilizando el computador como herramienta tecnológica.	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas diseña la estrategia pedagógica utilizando Internet como canal de comunicación con profesores dedicados a la misma asignatura en universidades nacionales y extranjeras.	<b>3.21</b>	
		<b>%Existencia</b>	<b>0%</b>	<b>15%</b>	<b>50%</b>		<b>35%</b>
		<b>%Profundización</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>	<b>90%</b>		<b>100%</b>

Descripción		Nivel de Tecnología					Total Ponderado	
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5		
		Bajo	Medio	Normal	Alto	Superior		
Elegir el contenido temático de la asignatura.	Descripción del Nivel	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas escoge el contenido temático de la asignatura de manera autónoma utilizando libros y lo elabora en forma manual.	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas escoge el contenido temático de la asignatura de manera autónoma utilizando libros, revisando contenidos temáticos de otras universidades y lo elabora usando el computador.	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas elige el contenido temático de la asignatura apoyándose en otros docentes de la universidad con experiencia en la asignatura, para ello utiliza el correo electrónico como medio de comunicación.	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas elige el contenido temático de la asignatura apoyándose en expertos de universidades extranjeras con experiencia en la asignatura, para ello utiliza el correo electrónico como medio de comunicación.	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas elige parte del contenido temático de la asignatura apoyándose en ingenieros electricistas egresados de la E3T, los cuales le expresan los temas de importancia en la industria.	3.67	
		<b>%Existencia</b>	<b>5%</b>	<b>10%</b>	<b>20%</b>	<b>35%</b>		<b>30%</b>
		<b>% Profundización</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>90%</b>	<b>90%</b>		<b>80%</b>

Descripción		Nivel de Tecnología				Total Ponderado	
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4		
		No existencia	Medio	Normal	Alto		
Diseñar guías de laboratorio	Descripción del Nivel	En el laboratorio de mediciones eléctricas no existen guías de laboratorio.	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas diseña las guías de manera autónoma acorde al contenido temático de la asignatura y lo elabora en forma manual.	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas diseña las guías de manera autónoma acorde al contenido temático de la asignatura y lo elabora usando el computador.	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas diseña las guías teniendo en cuenta universidades extranjeras mediante Internet y las necesidades del sector industrial del país.	3.45	
		<b>% Existencia</b>	<b>0%</b>	<b>10%</b>	<b>30%</b>		<b>60%</b>
		<b>%Profundización</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>	<b>90%</b>		<b>80%</b>

## EJECUCIÓN DEL LABORATORIO

Descripción		Nivel de Tecnología				Total Ponderado	
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4		
		Medio	Normal	Alto	Superior		
Estudiar y comprender la guía de trabajo por parte del alumno	Descripción del Nivel	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas orienta al alumno en la comprensión de la guía de trabajo.	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas comprende por si mismo la guía de trabajo utilizando los libros recomendados por el docente de la asignatura.	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas comprende por si mismo la guía de trabajo mediante páginas de Internet relacionadas con el tema.	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas además de comprender por si mismo la guía de trabajo proyecta sus conocimientos a soluciones industriales.	2.97	
		<b>%Existencia</b>	<b>5%</b>	<b>20%</b>	<b>40%</b>		<b>35%</b>
		<b>%Profundización</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>80%</b>		<b>80%</b>

Descripción		Nivel de Tecnología				Total Ponderado	
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4		
		Medio	Normal	Alto	Superior		
Identificar la tecnología a utilizar	Descripción del Nivel	El docente del laboratorio con el laboratorista de mediciones eléctricas no identifican la tecnología a utilizar.	El docente del laboratorio junto con el laboratorista de mediciones eléctricas identifican la tecnología a utilizar mediante la ayuda de terceros expertos en el tema.	El docente del laboratorio junto con el laboratorista de mediciones eléctricas identifican la tecnología a utilizar basándose en consultas realizadas por ellos.	El docente del laboratorio junto con el laboratorista de mediciones eléctricas identifican la tecnología a utilizar mediante su grado de conocimiento y experiencia.	3.57	
		<b>%Existencia</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>40%</b>		<b>60%</b>
		<b>%Profundización</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>		<b>90%</b>

Descripción		Nivel de Tecnología				Total Ponderado	
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4		
		Medio	Normal	Alto	Superior		
Desarrollar la práctica	Descripción del Nivel	El docente del laboratorio de mediciones eléctricas orienta al alumno en el desarrollo de la práctica.	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas desarrolla la guía de trabajo utilizando los libros recomendados por el docente de la asignatura y los apuntes de clase.	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas desarrolla la guía de trabajo utilizando una vía alterna a la planteada por el docente, para esto se documenta a través de Internet.	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas enfoca el desarrollo de la práctica a posibles soluciones de problemas en la industria, para esto se comunica con estudiantes de otros planteles educativos a través de Internet.	3.10	
		<b>% Existencia</b>	<b>5%</b>	<b>15%</b>	<b>40%</b>		<b>40%</b>
		<b>%Profundización</b>	<b>100%</b>	<b>90%</b>	<b>80%</b>		<b>80%</b>

### EVALUACIÓN Y CONCLUSIONES DEL LABORATORIO

Descripción		Nivel de Tecnología				Total Ponderado	
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4		
		No existencia	Medio	Normal	Alto		
Socializar los resultados del laboratorio con los compañeros del curso	Descripción del Nivel	No existe la socialización de resultados en el laboratorio de mediciones eléctricas.	Se realiza la socialización de resultados, donde el profesor del laboratorio de mediciones eléctricas es el eje central o tutor.	En la socialización de resultados intervienen los alumnos, el docente y un ingeniero electricista con experiencia laboral egresado de la E3T, con el objetivo de tener un punto de vista del sector industrial en la práctica de laboratorio realizada.	Además de realizarse la socialización entre los alumnos, el docente, y un ingeniero electricista con experiencia laboral egresado de la E3T, se archivan las propuestas y opiniones de los partícipes en una base de datos la cual podrá ser consultada posteriormente.	<b>2.84</b>	
		<b>% Existencia</b>	<b>0%</b>	<b>30%</b>	<b>50%</b>		<b>20%</b>
		<b>%Profundización</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>	<b>80%</b>		<b>80%</b>

Descripción		Nivel de Tecnología				Total Ponderado	
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4		
		Medio	Normal	Alto	Superior		
Elaborar y presentar el informe	Descripción del Nivel	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas elabora el informe de forma manual.	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas elabora el informe mediante la consulta de libros, apuntes de clase, utilización de la calculadora y el computador.	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas elabora el informe de la práctica basándose en la consulta de expertos locales y externos vía Internet y además utilizando programas de simulación.	El estudiante del laboratorio de mediciones eléctricas elabora y presenta el informe y enfoca sus resultados hacia posibles utilidades en la industria.	3.12	
		<b>%Existencia</b>	<b>0%</b>	<b>20%</b>	<b>50%</b>		<b>30%</b>
		<b>%Profundización</b>	<b>0%</b>	<b>70%</b>	<b>90%</b>		<b>80%</b>

Descripción		Nivel de Tecnología					Total Ponderado	
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5		
		No existencia	Medio	Normal	Alto	Superior		
Efectuar la realimentación del laboratorio	Descripción del Nivel	En el laboratorio de mediciones eléctricas no se efectúa realimentación de las prácticas.	La realimentación de las prácticas del laboratorio se realiza entre el profesor, el laboratorista y el alumno una vez entregado el informe final de cada práctica.	El alumno del laboratorio de mediciones eléctricas después de haber realizado la realimentación hace aportes importantes tanto al laboratorio como a las industrias visitadas.	La realimentación de las prácticas del laboratorio de mediciones eléctricas se realiza mediante un portal del profesor donde los estudiantes registran sus opiniones.	La realimentación de las prácticas del laboratorio de mediciones eléctricas se realiza a través de un laboratorio virtual en el cual participan tanto estudiantes, docentes, egresados y personal administrativo, en este laboratorio virtual los participes tienen la oportunidad de interactuar en línea.	4.32	
		<b>%Existencia</b>	<b>0%</b>	<b>5%</b>	<b>25%</b>	<b>0%</b>		<b>70%</b>
		<b>%Profundización</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>	<b>80%</b>	<b>0%</b>		<b>80%</b>